

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-022222  
 (43)Date of publication / application : 21.01.2000

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 10-191476  
 (22)Date of filing : 07.07.1998

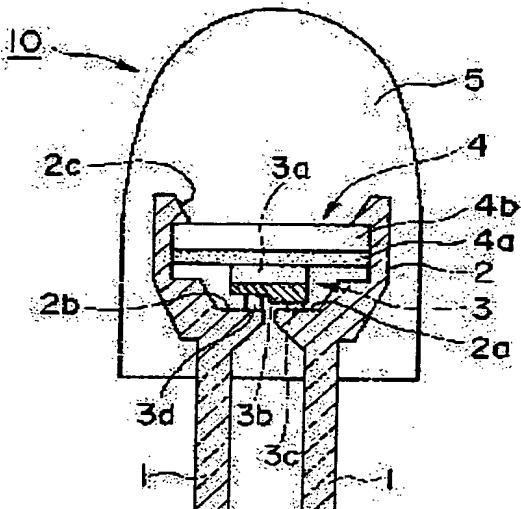
(71)Applicant : STANLEY ELECTRIC CO LTD  
 (72)Inventor : KATO MUNEHIRO  
 SANO MICHIIRO  
 HARADA MITSUNORI

## (54) LIGHT EMITTING DIODE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make a uniform wavelength conversion and prevent a color unevenness caused by a difference between conversion efficiencies, by a method wherein a wavelength conversion element in which a thickness and a density of a wavelength conversion substance have previously been set to be a desired value is provided.

**SOLUTION:** A wavelength conversion element 4 is provided with a wavelength conversion element layer 4a, in which uniform mixture of a wavelength conversion substance with a resin binder holding the wavelength conversion substance is coated and cured on a sheet-like base body film 4b. And, it is arranged in a reflection horn 2 so that the wavelength conversion element layer 4a is brought into contact with a translucent substrate 3a of a LED chip 3. The wavelength conversion element 4 is not predipped in the reflection horn 2 to cure, but the wavelength conversion substance is formed in a layered manner. Accordingly, it is possible to control a thickness of the wavelength conversion substance layer and enhance uniformity of a wavelength conversion efficiency and an efficiency.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] It is the light emitting diode which was equipped with the following, covered these by translucency material and closed them. In the aforementioned reflective horn. The aforementioned translucency substrate is located in a reflective horn upper surface side, and it has at least one or more light emitting diode chips arranged so that the aforementioned electrode might connect with a leadframe electrically in a reflective horn base side. The aforementioned wavelength sensing element contains the wavelength conversion matter and the translucency base holding it. Light emitting diode which it is adjusted and is formed in layers so that it may become predetermined density and thickness beforehand, and an engagement presser foot stitch tongue is formed in the aforementioned reflective horn, and is characterized by fixing the aforementioned wavelength sensing element with this engagement presser foot stitch tongue in the position used as the upper part of the aforementioned light emitting diode chip. The leadframe in which the reflective horn was formed. The light emitting diode chip laid in this reflective horn. The wavelength sensing element which carries out wavelength conversion of the synchrotron orbital radiation from a light emitting diode chip.

[Claim 2] It is the light emitting diode which was equipped with the following, covered these by translucency material and closed them. In the aforementioned reflective horn, it is arranged so that at least one or more light emitting diode chips may connect electrically. The aforementioned wavelength sensing element. The wavelength conversion matter and the translucency matter holding it are included. Predetermined density beforehand. Light emitting diode which it is adjusted and is formed in layers so that it may become thickness, and the engagement presser foot stitch tongue is formed in the aforementioned reflective horn, and is characterized by fixing the wavelength sensing element arranged in this substrate upper part so that it might be close with the translucency substrate of the aforementioned light emitting diode chip with this engagement presser foot stitch tongue. The leadframe in which the reflective horn was formed. The light emitting diode chip laid in this reflective horn. The wavelength sensing element which carries out wavelength conversion of the synchrotron orbital radiation from a light emitting diode chip.

[Claim 3] The aforementioned wavelength sensing element is light emitting diode according to claim 1 or 2 characterized by being arranged so that it may have the wavelength sensing-element layer in which the wavelength conversion matter is contained with high density relatively, and the wavelength sensing-element layer contained in low density and a high-density wavelength sensing-element layer side may be located in the Light Emitting Diode tip side.

[Claim 4] The aforementioned wavelength sensing element is light emitting diode according to claim 3 characterized by being the wavelength sensing element which stiffened it as it had [ sensing element ] the wavelength sensing-element layer in which it flows into a mold and the wavelength conversion matter is relatively contained with high density in a dispersion-medium resin by the specific gravity difference of the aforementioned dispersion-medium resin and the wavelength conversion matter after carrying out mixed distribution of the wavelength conversion matter, and the wavelength sensing-element layer contained in low density.

[Claim 5] For the aforementioned light emitting diode chip, a claim 1 to the claim 4 characterized by being fixed by the engagement presser foot stitch tongue formed in the reflective horn while having two or more light emitting diode chips which emit different luminescence wavelength in the aforementioned reflective horn and carrying out the laminating of a wavelength sensing element and the diffusion board to order on this light emitting diode chip is the light emitting diode of a publication either.

[Claim 6] The aforementioned light emitting diode chip is light emitting diode according to claim 2 characterized by connecting electrically, without the electrode and the leadframe by which it was arranged in the reflective horn as the substrate side of the aforementioned translucency turned into the reflective horn bottom, and it was made the reflective horn base side using a wire while forming the luminous layer on the substrate of a translucency to luminescence wavelength and forming the electrode in the same field side as a luminous layer.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

## [0001]

[Industrial Application] this invention relates to light emitting diode (Light Emitting Diode is called hereafter), and relates to Light Emitting Diode which used the wavelength conversion matter aiming at color conversion of the synchrotron orbital radiation from a light emitting diode chip (a Light Emitting Diode chip is called hereafter) in detail.

## [0002]

[Description of the Prior Art] JP,7-99345,A is known as an example of Light Emitting Diode which used this kind of conventional wavelength conversion matter. As shown in drawing 6, the Light Emitting Diode chip 93 is laid in the reflective horn 92 formed in the leadframe 91, one electrode of the Light Emitting Diode chip 93 is connected to the reflective horn 92, and bonding connection of the electrode of another side is made by the wire 95 at the leadframe 94. In the reflective horn 92, the 1st resin 96 containing conversion matter, such as a fluorescent substance which changes the luminescence wavelength of a Light Emitting Diode chip into other wavelength, or filter matter which absorbs a part of light of luminescence wavelength, is dipped pre, and is stiffened. Then, it considers as what has a refractive index smaller than the 1st resin, the 2nd resin 97 it was made to serve as a refractive index of air closely is stiffened as these are covered, and Light Emitting Diode 90 is formed.

## [0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in said conventional Light Emitting Diode 90, since it hardens and forms after carrying out a pre DIP into the reflective horn 92 so that the Light Emitting Diode chip 93 which is making wirebonding connection of the 1st resin 96 containing wavelength conversion matter, such as a fluorescent substance, may be covered, the 1st resin 96 becomes the thing of the uneven thickness which covers a complicated convex configuration. Moreover, when pre dipping the wavelength conversion matter, the wavelength conversion matter is dimmed in between until specific gravity hardens the wavelength conversion matter, since it is large compared with the specific gravity of a resin, and the wavelength conversion matter distribution after an application tends to become uneven. Therefore, wavelength conversion of the light emitted from the Light Emitting Diode chip will be further carried out within the 1st resin 96 currently formed in various thickness at an ununiformity. Therefore, it becomes the trouble that a conversion efficiency falls, and the thing from which a conversion efficiency differs with a position, and, as a result, Light Emitting Diode produces the trouble of producing color nonuniformity.

## [0004]

[Means for Solving the Problem] this invention as a concrete means for solving said conventional technical problem The leadframe in which the reflective horn was formed, and the light emitting diode chip laid in this reflective horn, It is the light emitting diode which had the wavelength sensing element which carries out wavelength conversion of the synchrotron orbital radiation from a light emitting diode chip, covered these by translucency material and closed them, in the aforementioned reflective horn The aforementioned translucency substrate is located in a reflective horn upper surface side, and it has at least one or more light emitting diode chips arranged so that the aforementioned electrode might connect with a leadframe electrically in a reflective horn base side. The aforementioned wavelength sensing element contains the wavelength conversion matter and the translucency base holding it. It is adjusted and is formed in layers so that it may become predetermined density and thickness beforehand. An engagement presser foot stitch tongue is formed in the aforementioned reflective horn, and the technical problem described above by offering the light emitting diode to which the aforementioned wavelength sensing element is being fixed by this engagement presser foot stitch tongue in the position used as the upper part of the aforementioned light emitting diode chip is solved.

## [0005]

[Embodiments of the Invention] Below, this invention is explained in detail based on the operation gestalt shown in drawing. Drawing 1 shows the light emitting diode 10 concerning this invention. The reflective horns 2 and 2 are formed in the leadframes 1 and 1 of a couple, respectively, and the Light Emitting Diode chip 3 is arranged so that the bases 2a and 2b of the reflective horns 2 and 2 and the electrodes 3c and 3d prepared in this chip may connect, respectively, and it is arranged so that translucent substrate 3a may be located in the reflective horn 2 bottom.

[0006] Furthermore, it is arranged above the Light Emitting Diode chip 3 so that the wavelength sensing element 4 may touch translucent substrate 3a of this chip 3. The wavelength sensing element 4 should prepare wavelength sensing element layer 4a which carried out application of what mixed uniformly the wavelength conversion matter and the resin bond agent holding the wavelength conversion matter on the t-like base film 4b, and as this wavelength sensing element layer 4a touches translucent substrate 3a of the Light Emitting Diode chip 3, it is arranged in the reflective horn 2. Moreover, engagement presser foot stitch tongue 2c for fixing the wavelength sensing element 4 shall

be formed in the abbreviation perimeter of the reflective horn 2, and it shall certainly fix by suppressing the portion of base film 4b of the wavelength sensing element 4 by engagement presser-foot-stitch-tongue 2c.

[0007] As a Light Emitting Diode chip 3, Light Emitting Diode of the GaN system which carries out outgoing radiation of blue and/or ultraviolet radiation ( $\lambda=370\text{--}500\text{nm}$ ), for example can be used. Luminous layer 3b of a GaN system is formed on translucent substrate 3a which consists of penetrable sapphire etc. to luminescence wavelength, and plectrode 3c and 3d of n electrodes are formed in the same side side. Moreover, in this example, wire bonding connection is not made like the conventional example, and the wire is not used for the electrical installation of the electrode of the Light Emitting Diode chip 3, and the reflective horn 2 of a leadframe 1. That is, the bump for bonding was formed in each of the electrode of the couple of p electrode 3c and 3d of n electrodes, and each reflective horn bases 2a and 2b of the leadframes 1 and 1 of a couple are electrically connected through this bump.

[0008] Next, after fixing the wavelength sensing element 4, Light Emitting Diode 10 has been obtained as a wrap thing by the translucency closure material 5 which the periphery of leadframes 1 and 1 was fabricated [ material ] by the epoxy resin of a translucency etc., and stiffened it so that these might be covered. In addition, when the wavelength sensing element 4 is laid so that the whole surface of the reflective horn 2 may be worn as wavelength sensing-element layer 4a is made into the Light Emitting Diode chip 3 side so that the wavelength conversion matter may exist in the side which touches the Light Emitting Diode chip 3 mostly, and shown in drawing, it is desirable from a conversion efficiency and a homogeneous field.

[0009] Since not the thing that the wavelength sensing element 4 was dipped [ thing ] pre in the reflective horn 2, and stiffened it but the wavelength conversion matter should be formed in layers as described above, the thickness of a wavelength conversion matter layer can be controlled, and equalization of a wavelength conversion efficiency and improvement in efficiency can be aimed at. Moreover, since uniform wavelength conversion is attained, the color nonuniformity resulting from the difference of a conversion efficiency can be reduced remarkably. Moreover, since the wavelength sensing element 4 is arranged right above the Light Emitting Diode chip 3 and it is fixed by engagement presser-foot-stitch-tongue 2c, as the loss of the light which carries out incidence from a Light Emitting Diode chip, synchrotron orbital radiation 4, i.e., a wavelength sensing element, is pressed down to the minimum, it can fix. Wavelength conversion is attained also to the light emitted from the side of the Light Emitting Diode chip 3 by considering as the thing of a wrap size in the whole abbreviation surface of the reflective horn 2, and the wavelength sensing element 4 can be considered as much more uniform luminescence further again.

[0010] Here, the aforementioned wavelength sensing element 4 is explained further. Although what carried out application formation of the wavelength sensing-element layer 4a is used for the wavelength sensing element 4 on base film 4b as described above, it is not restricted to this. For example, it can obtain by the method shown below.

[0011] It is a schematic diagram for (C) explaining the manufacture method of the wavelength sensing element 41 in order of a process from drawing 2 (A). The dispersion medium 43 which consists of a heat-hardened type resin is distributed, and the wavelength conversion matter 42 is made to fully stir beforehand. Next, the pattern mask 45 and the base material 46 in which puncturing of a desired form was formed are piled up, the aforementioned dispersion medium is made puncturing in the style of the specified quantity, and fixed time gentle placement is carried out. If a dispersion medium is stiffened after that and it is made to release from mold from the pattern mask 45, the wavelength sensing element 41 in which low density wavelength sensing-element layer 41a which low density or the wavelength conversion matter is not distributing [ high-density wavelength sensing-element layer 41a the wavelength conversion matter 42 carried out / a uniform distribution with high density according to the specific gravity difference at the lower part side ] to the up side was formed will be acquired. The thickness of high-density wavelength sensing-element layer 41a and low density wavelength sensing-element layer 41b and the density of the wavelength conversion matter can be adjusted by changing suitably the specific gravity of the material to be used, viscosity, the time that pours into puncturing and has been left, a mixing ratio, etc.

[0012] 11.2g of ZnS system fluorescent substances of specific gravity 4.1 is specifically mixed as wavelength conversion matter 42 to 100g of translucency epoxy resins of the specific gravity 1.1 which is a dispersion medium 43, and it is made to stir for 30 minutes by 500rpm with a magnetic stirrer. Next, this stirring suspension — a dispenser 44 — puncturing with 2mm [ of appearances of the pattern mask 45 ], and a depth of 1mm — specified quantity casting — it was left for 30 minutes. Thereby, the wavelength conversion matter 42 with large specific gravity sediments in the lower part. When it is heat-treated with the state, the epoxy resin 43 was stiffened and the pattern mask 45 was separated from the base material 46, the wavelength sensing element 41 of the shape of a circular pellet of 2mm of appearances was able to be acquired.

[0013] As wavelength conversion matter 42, for example ZnS:Cu, Au, aluminum fluorescent substance, ZnS:Cu, aluminum fluorescent substance, an ZnS:Ag fluorescent substance, and ZnS:Ag+ (Zn → Cd) To ZnS(s), such as S:Cu and aluminum fluorescent substance, Ag, Cu, aluminum, Ga, To the thing which made various impurities, such as Cl, activate, and S (Zn, Cd), Cu, It is independent or various fluorescent substances, such as a thing changed into colors, such as blue, white, and yellowish green, using the thing which made impurities, such as aluminum and Ag, activate, and other fluorescent substances which mainly change the wavelength light of an ultraviolet light — blue, can be used combining two or more fluorescent substances. Moreover, various things, such as thermosetting resins, such as the epoxy resin and PET (polyethylene terephthalate) which have high permeability to luminescence wavelength and conversion wavelength as a dispersing medium 43, silic resin, a polycarbonate, and an acrylic resin, and UV hardening resin, can be used.

[0014] In addition, a wavelength sensing element is not what is restricted to what was manufactured by said manufacturing method. As described previously, the wavelength conversion matter layer should be applied or printed on the sheet-like

translucency-base. After forming a wavelength conversion matter layer, shall cut in a predetermined configuration, or You may cut the high-density wavelength sensing-element layer which carried out uniform distribution of the low density wavelength sensing-element layer which low density or the wavelength conversion matter is not distributing, and the wavelength conversion matter with high density after laminating molding or fabrication in a predetermined configuration by technique, such as injection molding.

[0015] Subsequently, the operation and effect by using for Light Emitting Diode 10 which showed the above-mentioned wavelength sensing element 40 to drawing 1 instead of are explained. [the wavelength sensing element 4 of Light Emitting Diode 10 of said operation gestalt] It depends for the efficiency of wavelength conversion on the density and thickness of the wavelength conversion matter which are excited by the irradiation light from a Light Emitting Diode chip greatly. If the wavelength sensing element 40 manufactured with this operation gestalt is used compared with the case where the wavelength sensing element 4 in the operation gestalt described previously is used, high-density wavelength conversion matter layer 41a which prepared the wavelength conversion matter in nearby high density from the case of a previous operation gestalt can be manufactured efficiently uniformly easily. Therefore, the loss at the time of the outgoing radiation light of the Light Emitting Diode chip 3 reaching the wavelength conversion matter 42 can be further pressed down to the minimum by preparing this high-density wavelength conversion matter layer 41a so that it may be close with the Light Emitting Diode chip 3.

[0016] Then, other operation gestalten are explained. Although the wavelength sensing element 4 was established in the previous operation gestalt as what is fixed as is close with the aforementioned substrate 3a by making translucency substrate 3a of the Light Emitting Diode chip 3 into the wavelength sensing-element 4 side. It should fix, as this operation gestalt was shown in drawing 3, and it inserted with the reflective frame level difference of 32d by engagement presser-foot-stitch-tongue 32c which formed the wavelength sensing element 34 in the reflective horn so that it might not be close with the Light Emitting Diode chip 33. Moreover, the Light Emitting Diode chip 33 was installed on the base of the reflective horn 32 which formed the chip substrate 33 in one leadframe 31, and has connected electrically the electrode of the couple formed in the upper surface of the Light Emitting Diode chip substrate 33, and the base of the reflective horn 32 formed in the base of this reflective horn 32, and the leadframe of another side with the wire 35, respectively. In addition, high-density wavelength sensing-element layer 34a in which the wavelength conversion matter exists with high density is arranging the wavelength sensing element 34 in the Light Emitting Diode chip 33 side so that low density wavelength sensing-element layer 34b may be located in an opposite side.

[0017] Thus, since a wire 35 exists between the Light Emitting Diode chip 35 and the wavelength sensing element 34 in connecting the Light Emitting Diode chip 33 with a wire 35, it cannot prepare so that it may stick. Then, the level difference of 32d etc. is prepared in the reflective horn 32, and uniform wavelength conversion can be performed like a previous operation gestalt by fixing the wavelength sensing element 34 by this level difference of 32d, and engagement presser-foot-stitch-tongue 32c. In addition, since the light emitted in the luminous layer is shaded by the electrode for preparing a wire and a wire since there is a wire and it must stop having to establish both distance suitably when a wire exists between a Light Emitting Diode chip and a wavelength sensing element like this invention, the use efficiency of the synchrotron orbital radiation taken out from a Light Emitting Diode luminous layer outside is inferior. Then, when making wire connection, it is desirable to make small area of shading matter, such as a Light Emitting Diode chip electrode which makes possible the shortest distance between a Light Emitting Diode chip and a wavelength sensing element, and exists between them, and a wire.

[0018] Then, the operation gestalt of further others is explained. The reflective horns 2 and 2 were formed in the both sides of leadframes 1 and 1 in the previous operation gestalt. As while showed this operation gestalt to drawing 4, the reflective horn 12 is formed only in leadframe 11a, and opening 14 is formed in the base of this reflective horn 12. And leadframe 11b of another side shall be located in the opening 14 of said reflective horn 12. The Light Emitting Diode chip 13 is laid in the base of the reflective horn 12, and the electrode of the couple of the Light Emitting Diode chip 13 is electrically connected to each of leadframe 11b located in the opening 14 of the reflective horn 12 and this reflective horn 12. In addition, although it does not illustrate in order that a wavelength sensing element may make a drawing int. Illegible, while installing a wavelength sensing element so that it may be close to the upper surface of the Light Emitting Diode chip 13, it should be fixed in engagement presser-foot-stitch-tongue 12c formed in the perimeter of the reflective horn 12, and the wavelength of the outgoing radiation light from the Light Emitting Diode chip 13 shall be changed like a front operation gestalt.

[0019] When engagement presser-foot-stitch-tongue 12c which fixes a wavelength sensing element can be prepared in the perimeter of the reflective outside the limit periphery inside of the reflective horn 12 and a wavelength sensing element is fixed by doing in this way, it becomes possible to make it a crevice not generated at all between a reflective horn and a wavelength sensing element. The outgoing radiation light from the Light Emitting Diode chip 13 by which wavelength conversion is not carried out from the crevice does not leak by this, and the homogeneity of wavelength improves further. In addition, opening 14 cannot be restricted to a circular configuration which was illustrated, and also it be U character-like notching etc.

[0020] Drawing 5 shows the important section of Light Emitting Diode 20 of the operation gestalt of further others, and two Light Emitting Diode chips 25 and 26 with which luminescence wavelength differs in this operation gestalt are used for it. It has three leadframes 21f the leadframes 21b and 21c located in opening f the leadframes 21a and 21a which have opening and the reflective horn 22, and two Light Emitting Diode chips 25 and 26 are laid in the base of the reflective horn 22. The electrodes 25a and 25b of the Light Emitting Diode chip 25 are connected with each other using a wire for the reflective horn 22 and leadframe 21b, respectively. It connects without the leads 26a and 26b of the Light Emitting Diode chip 26 also using a wire for the reflective horn 22 and leadframe 21c, respectively. Moreover, after these Light Emitting Diode

chips 25 and 26, it is arranged so that the wavelength sensing element 24 may be close, and the diffusion board 27 is further arranged on it, and engagement presser-foot-stitch-tongue 22c prepared in the perimeter of the reflective horn 22 is fixed.

[0021] By having considerd as such composition, wavelength conversion of the outgoing radiation light of one Light Emitting Diode chip 25 is carried out by the wavelength sensing element 24 currently indirectly fixed by engagement presser-foot-stitch-tongue 22c, and the light is diffused with the diffusion board 27. Since luminescence wavelength of outgoing radiation light of the Light Emitting Diode chip 26 of another side does not suit to a wavelength sensing element, it penetrates without receiving the wavelength conversion by the wavelength sensing element 24, and is reached and spread to the diffusion board 27 currently directly fixed by engagement presser-foot-stitch-tongue 22c. In the diffusion board 27, the light from both the Light Emitting Diode chip diffuses, and it equalizes. Thereby, the luminescent color of Light Emitting Diode 20 can be changed now still more nearly arbitrarily compared with the case where only a wavelength sensing element is used, in the synchrotron orbital radiation color from the Light Emitting Diode chip by which wavelength conversion is not carried out with the wavelength conversion color by the wavelength sensing element 24. In addition, although the example using two Light Emitting Diode chips which irradiate different wavelength explained, it may be good also as two or more two or more Light Emitting Diode chips, and you may be the Light Emitting Diode chip which irradiates the same wavelength. Furthermore, the lens effect can be given to the front face of the diffusion board 27 or a wavelength sensing element, and change of Light Emitting Diode 20 of much more uniform luminescence being obtained can also be added.

[0022] Although the example which excites the fluorescent substance which is the wavelength conversion matter by the outgoing radiation light, and carries out wavelength conversion in the operation gestalt explained until now using the Light Emitting Diode chip of the GaN system which carries out outgoing radiation of blue and/or the ultraviolet radiation explained Not as the thing to restrict to this but as a Light Emitting Diode chip, the SiC system Light Emitting Diode, the ZnS system Light Emitting Diode The GaAs system Light Emitting Diode ( $\lambda = 630\text{--}850\text{nm}$ ), the GaAlAs system Light Emitting Diode Not only in the thing which used the ZnO system Light Emitting Diode etc., or also described the wavelength conversion matter above and which mainly changes blue and/or ultraviolet radiation into other wavelength for example, NdP5 — O14 and LiNdP4 — O12 and Na5 — Nd (WO4)4 and aluminum3 — Nd (BO3)4 and Cs2 — it shall change into different wavelength with NaNdCl6, SrS, etc. various kinds of infrared excitation fluorescent substances, etc. Moreover, also suppose that wavelength conversion is carried out using specific wavelength absorbers, such as not a fluorescent substance but a color, as wavelength conversion matter etc.

[0023]

[Effect of the Invention] By preparing separately not the thing that dips the wavelength conversion matter but the wavelength sensing element beforehand set as the thickness of the wavelength conversion matter, and the value of a request of density in the interior of the reflective horn which serves as a convex configuration by laying the Light Emitting Diode chip like before according to this invention, as explained above, uniform wavelength conversion is attained and the color nonuniformity resulting from the difference of a conversion efficiency can be reduced remarkably. Moreover, since the wavelength sensing element is arranged in right above [Light Emitting Diode chip] in this invention, the attenuation of light which carries out incidence from a Light Emitting Diode chip further, an outgoing radiation light loss, i.e., a wavelength sensing element, can be pressed down to the minimum. By being fixed by the engagement presser foot stitch tongue, as the whole abbreviation surface of a reflective horn is worn, the wavelength conversion of a wavelength sensing element is attained also to the light emitted from the side of a Light Emitting Diode chip, and it can be considered as much more uniform luminescence further again. Moreover, even if few crevices are open between the wavelength sensing element and the reflective horn, the effect which was [protect / the leakage light by the direction of a Light Emitting Diode transverse plane / an engagement presser foot stitch tongue] excellent in an engagement presser foot stitch tongue existing in the part is done so.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is an outline type section view explaining Light Emitting Diode of this invention.

[Drawing 2] It is outline process drawing showing the manufacture method of the wavelength sensing element of this invention.

[Drawing 3] It is an outline cross section explaining another operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] It is an outline perspective diagram explaining other operation gestalten of this invention.

[Drawing 5] It is an important section cross section explaining still more nearly another operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] It is a schematic diagram explaining the conventional Light Emitting Diode.

## [Description of Notations]

- 1 L adframe
- 2 Reflective Horn
- 3 Light Emitting Diode Chip
- 4 Wavelength Sensing Element
- 4a Wavelength sensing-element layer
- 4b Sheet-like film
- 5 Translucency Closure Material
- 10 LED
- 11a, 11b Leadframe
- 12 Reflective Horn
- 12c Engagement presser foot stitch tongue
- 13 Light Emitting Diode Chip
- 14 Opening
- 30 LED
- 31 L adframe
- 32 Reflective Horn
- 32c Engagement presser foot stitch tongue
- 32d Reflective frame level difference
- 33 Substrate
- 34 Wavelength Sensing Element
- 34a High-density wavelength sensing-element layer
- 34b Low density wavelength sensing-element layer
- 35 Wire
- 90 LED
- 91 L adframe
- 92 Reflective Horn
- 93 Light Emitting Diode Chip
- 94 L adframe
- 95 Wire
- 96 1st Resin
- 97 2nd Resin

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-22222

(P2000-22222A)

(43)公開日 平成12年1月21日 (2000.1.21)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

テマコード(参考)

N 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-191476

(22)出願日 平成10年7月7日 (1998.7.7)

(71)出願人 000002303

スタンレー電気株式会社

東京都目黒区目黒2丁目9番13号

(72)発明者 加藤 宗弘

神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1

スタンレー電気株式会社技術研究所内

(72)発明者 佐野 道宏

神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1

スタンレー電気株式会社技術研究所内

(72)発明者 原田 光範

神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1

スタンレー電気株式会社技術研究所内

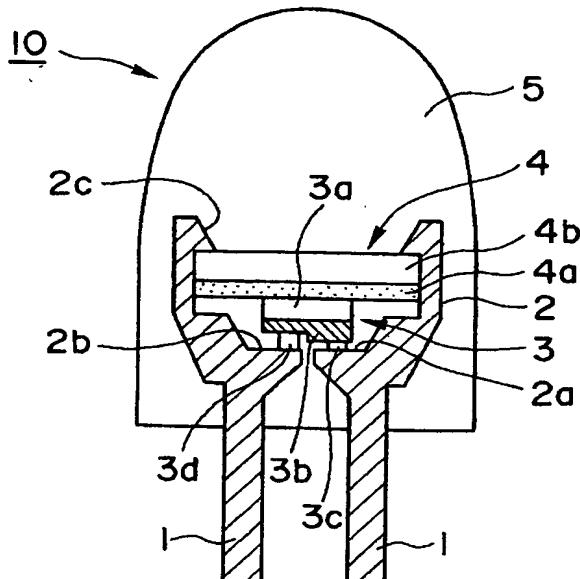
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光ダイオード

(57)【要約】

【目的】 従来の波長変換物質を用いた発光ダイオードは、LEDチップを載置した反射ホーン内に波長変換物質を混合した樹脂をディッピングしてLEDチップ全周を波長変換物質混合樹脂により覆うものとされていた。そのため、波長変換物質の厚み等が均一ではなく、変換効率にバラツキが生じ均一な変換光が得られない等の問題点がある。そこで、均一な波長変換光が得られるLEDを得ることを目的とする。

【構成】 反射ホーン内に、LEDチップを発光面が上面となるように載置してLEDチップの電極とリードを接続する。該LEDチップの上面には予め所定の密度、厚みに調整したシート状の波長変換素子をLEDチップと密接するように配設し、その周囲を反射ホーン内に形成した係合爪にて固定したものとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 反射ホーンを形成したリードフレームと、該反射ホーン内に載置した発光ダイオードチップと、発光ダイオードチップからの放射光を波長変換する波長変換素子とを有し、これらを透光性材料により覆って封止した発光ダイオードであって、前記反射ホーン内には、前記透光性基板が反射ホーン上面側に位置し、前記電極が反射ホーン底面側にてリードフレームと電気的に接続するように配設した少なくとも1個以上の発光ダイオードチップを有し、前記波長変換素子は、波長変換物質とそれを保持する透光性基体とを含み、予め所定の密度、厚みとなるように調整されて層状に形成されており、前記反射ホーンには係合爪が形成され、前記発光ダイオードチップの上部となる位置にて、該係合爪により前記波長変換素子を固定していることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】 反射ホーンを形成したリードフレームと、該反射ホーン内に載置した発光ダイオードチップと、発光ダイオードチップからの放射光を波長変換する波長変換素子とを有し、これらを透光性材料により覆って封止した発光ダイオードであって、前記反射ホーン内には少なくとも1個以上の発光ダイオードチップが電気的に接続するように配設され、前記波長変換素子は、波長変換物質とそれを保持する透光性物質とを含み、予め所定の密度、厚みとなるように調整されて層状に形成されており、前記反射ホーンには係合爪が形成されており、該係合爪により前記発光ダイオードチップの透光性基板と密接するように該基板上部に配設した波長変換素子が固定されていることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項3】 前記波長変換素子は、波長変換物質が相対的に高密度に含まれる波長変換素子層と低密度に含まれる波長変換素子層とを有し、高密度な波長変換素子層側がLEDチップ側に位置するように配設されていることを特徴とする請求項1または請求項2記載の発光ダイオード。

【請求項4】 前記波長変換素子は、分散媒樹脂に波長変換物質を混合分散した後に、型に流入して前記分散媒樹脂と波長変換物質との比重差により、波長変換物質が相対的に高密度に含まれる波長変換素子層と低密度に含まれる波長変換素子層を有するようにして硬化させた波長変換素子であることを特徴とする請求項3記載の発光ダイオード。

【請求項5】 前記発光ダイオードチップは異なる発光波長を放射する2個以上の発光ダイオードチップを前記反射ホーン内に有し、該発光ダイオードチップの上には波長変換素子と拡散板とが順に積層されると共に、反射ホーンに形成した係合爪により固定されていることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか記載の発光ダイオード。

【請求項6】 前記発光ダイオードチップは、発光波

長に対し透光性の基板上に発光層を形成し、且つ発光層と同一面側に電極を形成したものとされると共に、前記透光性の基板側が反射ホーンの上側となるようにして反射ホーン内に配設され、反射ホーン底面側とされた電極とリードフレームとがワイヤーを用いることなく電気的に接続されていることを特徴とする請求項2記載の発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は発光ダイオード（以下、LEDと称す）に関するものであり、詳細には、発光ダイオードチップ（以下、LEDチップと称す）からの放射光の色変換を目的とする波長変換物質を使用したLEDに係るものである。

【0002】

【従来の技術】従来の、この種の波長変換物質を使用したLEDの例として、例えば特開平7-99345号が知られている。図6に示すようにリードフレーム91に形成した反射ホーン92内にLEDチップ93を載置し、LEDチップ93の一方の電極は反射ホーン92に接続され、他方の電極はリードフレーム94にワイヤー95によりボンディング接続されている。反射ホーン92内にはLEDチップの発光波長を他の波長に変換する蛍光物質、または発光波長の一部の光を吸収するフィルター物質等の変換物質を含有する第1の樹脂96をプレディップして硬化させている。その後、第1の樹脂より屈折率の小さなものとし、空気の屈折率と近くなるようにした第2の樹脂97を、これらを覆うようにして硬化させてLED90を形成している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記した従来のLED90においては、蛍光物質等の波長変換物質を含有した第1の樹脂96をワイヤーボンディング接続しているLEDチップ93を覆うように反射ホーン92内にプレディップをした後に硬化して形成しているため、第1の樹脂96は複雑な凸形状を覆う不均一な厚みのものとなる。また、波長変換物質をプレディップする場合に波長変換物質は比重が樹脂の比重に比べて大きいため、硬化するまで間に波長変換物質が沈降し、塗布後の波長変換物質分布が不均一になり易い。そのため、LEDチップから放射された光は様々な厚みに形成されている第1の樹脂96内でより一層不均一に波長変換されることとなる。したがって、変換効率が低下するという問題点、および位置によって変換効率が異なるものとなり、その結果LEDは色ムラを生じるという問題点を生じるものとなる。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記した従来の課題を解決するための具体的手段として、反射ホーンを形成したリードフレームと、該反射ホーン内に載置し

た発光ダイオードチップと、発光ダイオードチップからの放射光を波長変換する波長変換素子とを有し、これらを透光性材料により覆って封止した発光ダイオードであつて、前記反射ホーン内には、前記透光性基板が反射ホーン上面側に位置し、前記電極が反射ホーン底面側にてリードフレームと電気的に接続するように配設した少なくとも1個以上の発光ダイオードチップを有し、前記波長変換素子は、波長変換物質とそれを保持する透光性基体とを含み、予め所定の密度、厚みとなるように調整されて層状に形成されており、前記反射ホーンには係合爪が形成され、前記発光ダイオードチップの上部となる位置にて、該係合爪により前記波長変換素子が固定されている発光ダイオードを提供することで上記した課題を解決するものである。

#### 【0005】

【発明の実施の形態】つぎに、本発明について、図に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。図1は本発明にかかる発光ダイオード10を示す。一对のリードフレーム1、1には夫々反射ホーン2、2が形成され、LEDチップ3は反射ホーン2、2の底面2a、2bと該チップに設けた電極3c、3dとが夫々接続するように配設され、透光性基板3aが反射ホーン2の上側に位置するように配置されている。

【0006】さらに、LEDチップ3の上方には波長変換素子4が該チップ3の透光性基板3aと接するように配設されている。波長変換素子4は波長変換物質と、波長変換物質を保持する樹脂結合剤とを均一に混合したものを、シート状の基体フィルム4b上に塗布硬化させた波長変換素子層4aを設けたものとされ、該波長変換素子層4aがLEDチップ3の透光性基板3aと接するようにして反射ホーン2内に配設されている。また、反射ホーン2の反射枠内周縁の略全周には波長変換素子4を固定するための係合爪2cが形成されており、波長変換素子4の基体フィルム4bの部分を係合爪2cにより押さえつけることにより確実に固定するものとしている。

【0007】LEDチップ3としては、例えば青色および/または紫外光( $\lambda=370\sim500\text{ nm}$ )を出射するGaN系のLEDを用いることができる。発光波長に対して透過性のサファイア等からなる透光性基板3aの上にGaN系の発光層3bを形成し、同一面側にp電極3cおよびn電極3dを形成する。また、本実施例においては従来例のようにワイヤーボンディング接続するものではなく、LEDチップ3の電極とリードフレーム1の反射ホーン2との電気的接続にワイヤーを用いていない。即ち、p電極3cおよびn電極3dの一対の電極の夫々にはボンディング用バンプを形成し、該バンプを介して一对のリードフレーム1、1の各反射ホーン底面2a、2bとを電気的に接続している。

【0008】次に波長変換素子4を固定した後に、これらを覆うようにリードフレーム1、1の外周を、透光性

のエポキシ樹脂などにより成形して硬化させた透光性封止材料5により覆うものとしてLED10を得ている。なお、波長変換素子4はLEDチップ3と接する側に波長変換物質が多く存在するように波長変換素子層4aをLEDチップ3側とし、且つ図に示したように反射ホーン2の全面を覆うように載置すると変換効率および均一性の面から好ましい。

【0009】上記したように波長変換素子4を反射ホーン2内にプレディップして硬化させたものではなく、波長変換物質を層状に形成したものとしているので波長変換物質層の厚みを制御することができ、波長変換効率の均一化と効率の向上を図ることができる。また、均一な波長変換が可能となるので、変換効率の差に起因する色ムラを著しく低減することができる。また、波長変換素子4をLEDチップ3の真上に配設して係合爪2cにより固定しているので、LEDチップからの放射光、即ち波長変換素子4に入射する光のロスを最小に押さえるようにして固定することができる。さらにまた、波長変換素子4を反射ホーン2の略全面を覆う大きさのものとすることで、LEDチップ3の側面から放射された光に対しても波長変換が可能となり、より一層均一な発光とすることができる。

【0010】ここで、前記波長変換素子4について更に説明する。波長変換素子4は、前記したように基体フィルム4b上に波長変換素子層4aを塗布形成したもの用いているが、これに限るものではない。例えば、以下に示す方法により得ることができる。

【0011】図2(A)から(C)は波長変換素子41の製造方法を工程順に説明するための概略図である。あらかじめ波長変換物質42を熱硬化型樹脂よりも分散媒43に分散させ、十分に攪拌させる。次に所望の形の開孔を形成したパターンマスク45と支持体46とを重ねあわせ、開孔に前記分散媒を所定量流し込んで、一定時間静置する。その後分散媒を硬化させ、パターンマスク45から離型させると、比重差により下部側には波長変換物質42が高密度に均一分散した高密度波長変換素子層41aが、上側には低密度もしくは波長変換物質が分散していない低密度波長変換素子層41bが形成された波長変換素子41が得られる。高密度波長変換素子層41aと低密度波長変換素子層41bの厚みおよび波長変換物質の密度は、使用する材料の比重、粘度、開孔に注入し放置している時間、混合比率等を適宜変更することで調整することができる。

【0012】具体的には、波長変換物質42として比重4.1のZnS系蛍光体11.2gを分散媒43である比重1.1の透光性エポキシ樹脂100gに混合し、マグネットスターラーにより500rpmで30分間攪拌させる。次にこの攪拌懸濁液をディスペンサー44にてパターンマスク45の外形2mm、深さ1mmの開孔に所定量流し込み、30分間放置した。これにより比重

の大きい波長変換物質4 2は下部に沈降する。そのまま熱処理を行いエポキシ樹脂4 3を硬化させ、パターンマスク4 5を支持体4 6から離すと、外形2mmの円形ペレット状の波長変換素子4 1を得ることができた。

【0013】波長変換物質4 2としては、例えばZnS: Cu、Au、Al蛍光体、ZnS: Cu、Al蛍光体、ZnS: Ag蛍光体、ZnS: Ag+(Zn、Cd)S: Cu、Al蛍光体等のZnSにAg、Cu、Al、Ga、Clなどの種々の不純物を付活させたものや、(Zn、Cd)SにCu、Al、Ag等の不純物を付活させたものなどを用いて青、白、黄緑等の色に変換するもの、およびその他の主として紫外域～青色の波長光を変換する蛍光体など様々な蛍光体を単独で、もしくは複数の蛍光体を組み合わせて用いることができる。また、分散媒4 3としては発光波長および変換波長に対して高い透過率を有するエポキシ樹脂、PET(ポリエチレンテフラーート)、シリコン樹脂、ポリカーボネート、アクリル系樹脂等の熱硬化性の樹脂や、UV硬化樹脂など、様々なものを用いることができる。

【0014】なお、波長変換素子は前記した製造方法により製造したものに限られるものではなく、先に記したようにシート状の透光性基体上に波長変換物質層を塗布もしくは印刷したものとし、波長変換物質層を形成した後に所定形状に切断するものとしたり、低密度もしくは波長変換物質が分散していない低密度波長変換素子層と波長変換物質を高密度に均一分散した高密度波長変換素子層とを射出成形などの手法により所定形状に積層成形もしくは成形後切断するものであっても良い。

【0015】次いで、前記した実施形態のLED10の波長変換素子4の代わりに上記波長変換素子40を図1に示したLED10に用いることによる作用および効果について説明を行う。波長変換の効率は、LEDチップからの照射光により励起される波長変換物質の密度および厚みに大きく依存する。先に記した実施形態における波長変換素子4を用いた場合に比べて、本実施形態にて製造した波長変換素子40を用いると、先の実施形態の場合よりもより高密度に波長変換物質を設けた高密度波長変換物質層41aを簡単に且つ均一に効率よく製造することができる。そのため、該高密度波長変換物質層41aをLEDチップ3と密接するように設けることで、LEDチップ3の出射光が波長変換物質42に達する際のロスをより一層最小限に押さえることができる。

【0016】統いて他の実施形態について説明する。先の実施形態においては、LEDチップ3の透光性基板3aを波長変換素子4側として、波長変換素子4を前記基板3aと密接するようにして固定するものとして設けていたが、本実施形態においては図3に示したように、波長変換素子34をLEDチップ33と密接しないよう、且つ反射ホーンに設けた係合爪32cにより反射枠

段差32dとて挟むようにして固定したものとしている。また、LEDチップ33はチップ基板33を一方のリードフレーム31に形成した反射ホーン32の底面上に設置し、LEDチップ基板33の上面に形成した一対の電極と、該反射ホーン32の底面及び他方のリードフレームに形成した反射ホーン32の底面とを夫々ワイヤ35により電気的に接続している。なお、波長変換素子34は波長変換物質が高密度に存在する高密度波長変換素子層34aがLEDチップ33側に、低密度波長変換素子層34bが反対側に位置するように配設している。

【0017】このようにLEDチップ33をワイヤ35にて接続する場合には、ワイヤ35がLEDチップ35と波長変換素子34との間に存在するため、密着するように設けることができない。そこで、反射ホーン32に段差32d等を設け、該段差32dと係合爪32cにより波長変換素子34を固定することで、先の実施形態と同様に均一な波長変換ができるものとなる。なお、本発明のようにワイヤがLEDチップと波長変換素子との間に存在すると、ワイヤがあるために発光層にて放射された光をワイヤ及びワイヤを設けるための電極により遮光し、また、両者の距離を適宜設けなければならなくなるため、LED発光層より外部に取り出す放射光の利用効率が劣るものとなる。そこで、ワイヤ接続する場合には、LEDチップと波長変換素子との間の距離をできるだけ短いものとし、且つその間に存在するLEDチップ電極及びワイヤ等の遮光物質の面積を小さくすることが好ましい。

【0018】統いて更に他の実施形態について説明する。先の実施形態においては、リードフレーム1、1の双方に反射ホーン2、2を形成していたが、本実施形態においては図4に示したように一方のリードフレーム11aにのみ反射ホーン12を形成し、該反射ホーン12の底面には開口14が設けてある。そして、他方のリードフレーム11bは、前記した反射ホーン12の開口14に位置するものとしている。LEDチップ13は反射ホーン12の底面に載置され、LEDチップ13の一対の電極は反射ホーン12と該反射ホーン12の開口14に位置するリードフレーム11bの夫々に電気的に接続されている。なお、波長変換素子は図面をわかりやすくするために図示しないが、LEDチップ13の上面に密接するように波長変換素子を設置すると共に、反射ホーン12の全周に形成した係合爪12cにて固定するものとされ、前の実施形態と同様にLEDチップ13からの出射光の波長を変更するものとしている。

【0019】このようにすることで、波長変換素子を固定する係合爪12cを反射ホーン12の反射枠外周縁内面の全周に設けることができ、波長変換素子を固定した際に反射ホーンと波長変換素子との間に一切隙間が生じないようにすることができる。これにより、隙間から波長変換されていないLEDチップ13からの出射光

が漏れることがなく、波長の均一性が更に向上する。なお、開口14は図示したような円形形状に限るものではなく、U字状の切り欠き等とすることもできる。

【0020】図5は、更に他の実施形態のLED20の要部を示すものであり、本実施形態においては発光波長の異なる2個のLEDチップ25、26を用いている。開口及び反射ホーン22を有するリードフレーム21aと、21aの開口に位置するリードフレーム21b、21cの3本のリードフレームを有し、反射ホーン22の底面には2個のLEDチップ25、26が載置されている。LEDチップ25の電極25a、25bは夫々反射ホーン22、リードフレーム21bにワイヤーを用いることなく接続されている。LEDチップ26の電極26a、26bもまた夫々反射ホーン22、リードフレーム21cにワイヤーを用いることなく接続されている。また、これらのLEDチップ25、26の上には波長変換素子24が密接するように配設され、その上に更に拡散板27が配設されており、反射ホーン22の全周に設けた係合爪22cにより固定されている。

【0021】このような構成としたことにより、一方のLEDチップ25の出射光は係合爪22cにより間接的に固定されている波長変換素子24により波長変換され、その光は拡散板27にて拡散される。他方のLEDチップ26の出射光は発光波長が波長変換素子と合わないので、波長変換素子24による波長変換を受けずに透過して、係合爪22cにより直接的に固定されている拡散板27に到達し、拡散する。拡散板27においては両LEDチップからの光が拡散され、均一化する。これにより、波長変換素子24による波長変換色と波長変換されないLEDチップからの放射光色により、LED20の発光色を波長変換素子のみを用いた場合に比べて更に任意に変更することができるようになる。なお、異なる波長を照射するLEDチップを2個用いる例にて説明したが、2個以上の複数のLEDチップとしてもよく、同じ波長を照射するLEDチップであってもよい。更に、拡散板27若しくは波長変換素子の表面にレンズ効果を持たせて、より一層均一な発光のLED20が得られるようにする等の変更を加えることもできる。

【0022】今までに説明した実施形態においては、青色および/または紫外光を出射するGaN系のLEDチップを用い、その出射光により波長変換物質である蛍光体を励起して波長変換する例にて説明したが、これに限るものではなく、LEDチップとしてSiC系LED、ZnSe系LED、GaAs系LED ( $\lambda = 630 \sim 850 \text{ nm}$ )、GaAlAs系LED、ZnO系LED等を用いたり、波長変換物質も前記した主として青色および/または紫外光を他の波長に変換するものに限らず、例えばNd<sub>3</sub>P<sub>5</sub>O<sub>14</sub>、LiNdP<sub>4</sub>O<sub>12</sub>、Na<sub>5</sub>Nd<sub>2</sub>(WO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>、Al<sub>3</sub>Nd<sub>2</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>、Cs<sub>2</sub>NaNdC<sub>16</sub>、SrSなどや、各種の赤外励起蛍光体等に

より、異なる波長に変換するものとすることができる。また、波長変換物質として蛍光体ではなく、染料等の特定波長吸収物質を用いて波長変換するなどとすることもできる。

### 【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、従来のようにLEDチップを載置していることで凸形状となっている反射ホーンの内部に波長変換物質をディップするものではなく、予め波長変換物質の厚み、密度を所望の値に設定した波長変換素子を別途設けることで、均一な波長変換が可能となり、変換効率の差に起因する色ムラを著しく低減することができる。また、本発明においては波長変換素子をLEDチップ直上に配設しているので、更にLEDチップからの出射光ロス、即ち波長変換素子に入射する光の減衰を最小に押さえることができる。さらにまた、波長変換素子は反射ホーンの略全面を覆うようにして係合爪にて固定されていることで、LEDチップの側面から放射された光に対しても波長変換が可能となり、より一層均一な発光とができる。また、波長変換素子と反射ホーンとの間に僅かな隙間が開いていても、その個所に係合爪が存在することで係合爪によりLED正面方向による漏れ光を防ぐことができるなどの優れた効果を奏する。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のLEDを説明する概略模式断面図である。

【図2】 本発明の波長変換素子の製造方法を示す概略工程図である。

【図3】 本発明の別の実施形態を説明する概略断面図である。

【図4】 本発明の他の実施形態を説明する概略斜視図である。

【図5】 本発明の更に別の実施形態を説明する要部断面図である。

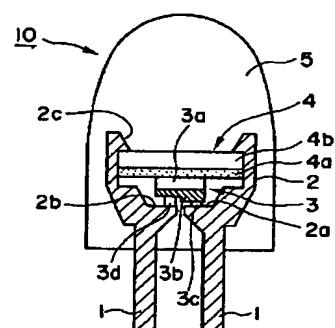
【図6】 従来のLEDを説明する概略図である。

### 【符号の説明】

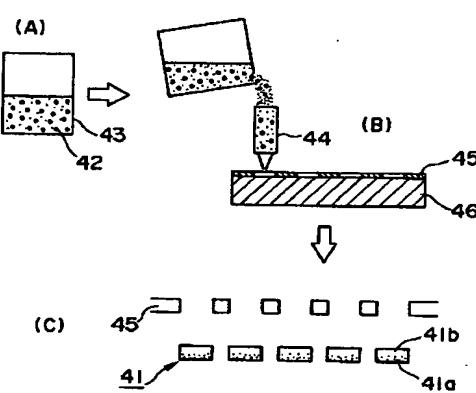
1	リードフレーム
2	反射ホーン
3	LEDチップ
4	波長変換素子
4a	波長変換素子層
4b	シート状フィルム
5	透光性封止材料
10	LED
11a、11b	リードフレーム
12	反射ホーン
12c	係合爪
13	LEDチップ
14	開口
30	LED

31	リードフレーム	90	LED
32	反射ホーン	91	リードフレーム
32c	係合爪	92	反射ホーン
32d	反射枠段差	93	LEDチップ
33	基板	94	リードフレーム
34	波長変換素子	95	ワイヤー
34a	高密度波長変換素子層	96	第1の樹脂
34b	低密度波長変換素子層	97	第2の樹脂
35	ワイヤ		

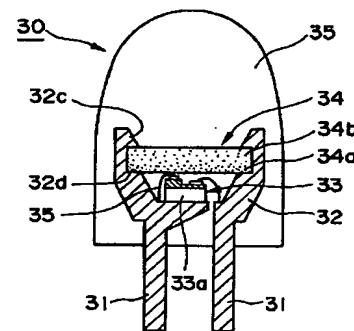
【図1】



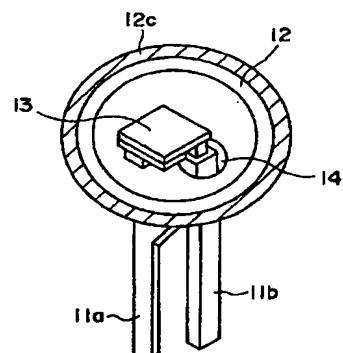
【図2】



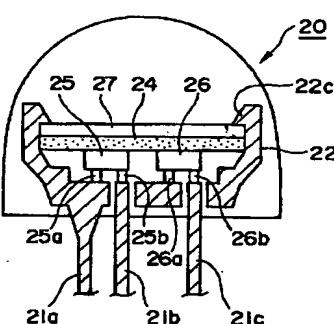
【図3】



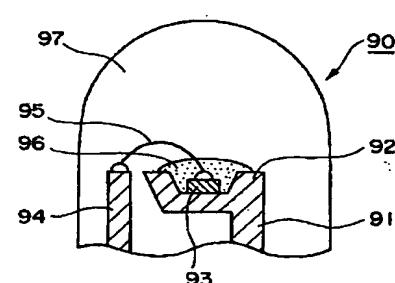
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F041 AA11 AA12 CA13 DA04 DA09  
 DA14 DA18 DA26 DA43 DA57  
 EE17 EE25

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-190065  
 (43)Date of publication of application : 21.07.1998

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 08-350253  
 (22)Date of filing : 27.12.1996

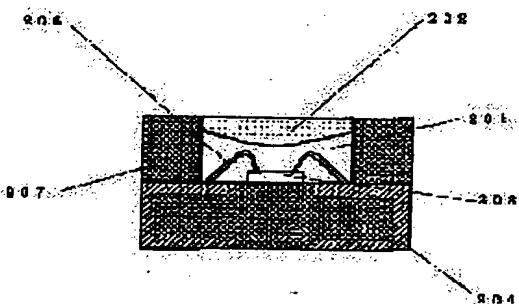
(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD  
 (72)Inventor : NAGAMINE KUNIHIRO  
 IZUNO KUNIHIRO  
 FUJIWARA YUICHI  
 TAKEUCHI ISATO

## (54) LIGHT EMITTING DEVICE AND LED DISPLAY USING THE SAME

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a light emitting device which enables white light to be emitted at high luminance with little tone irregularity in a light emission observed surface of providing a second coating part containing fluorescent material which emits visible light on being excited by visible light from an LED chip on a first coating part.

**SOLUTION:** An LED chip 203 wherein a gallium nitride compound semiconductor is a light emitting layer is subjected to die bonding by epoxy resin inside a recessed part. Each electrode of the LED chip 203 and an outside electrode 204 are subjected to wire bonding. Epoxy resin is applied to the LED chip 203 and is dried to be formed to a first coating part 201. Then, a matter formed by adding fluorescent material into a base of silicone resin is formed on the first coating part 201 as a second coating part 202. The first coating part 201 and the second coating part 202 form a multilayer structure. A cross sectional end part of the second coating part 202 rises.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.10.1998  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted to registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number] 3065263  
 [Date of registration] 12.05.2000  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] Luminescence equipment which is luminescence equipment which has the coating section in this opening while arranging a Light Emitting Diode chip in an opening base, and is characterized by having the 2nd coating section in which the fluorescent substance with which the aforementioned coating section is excited by the light from a Light Emitting Diode chip, and emits light in the light on the 1st coating section on a Light Emitting Diode chip and the 1st coating section was contained.

[Claim 2] Luminescence equipment according to claim 1 which is the yttrium aluminum garnet system fluorescent substance by which the aforementioned fluorescent substance was activated with the cerium while the aforementioned Light Emitting Diode chip is a nitride system compound semiconductor.

[Claim 3] Luminescence equipment according to claim 1 which has the shape of the concave spherical surface in which the front face of the coating section of the above 1st saw and became depressed from the luminescence observation side.

[Claim 4] Luminescence equipment according to claim 1 which forms the side-attachment-wall configuration of the aforementioned opening stair-like, and has the 1st coating section and the 2nd coating section for every stage.

[Claim 5] Luminescence equipment according to claim 1 whose substrate which has the aforementioned opening is one chosen from ceramics, a metal substrate, and the thermal-resistance organic resin substrate containing a thermally conductive filler.

[Claim 6] the conductor allotted in this opening while opening according to claim 5 had been arranged two or more at the same substrate — the Light Emitting Diode drop characterized by connecting wiring and the aforementioned Light Emitting Diode chip electrically

---

[Translation done.]

## \* NOTICES.\*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] With respect to the luminescence equipment used for the display which can display a readout / write-in light sources, such as the back light light source, a photosensor, and an optical printer, various data, etc., the invention in this application has especially a fluorescent substance and a light emitting device, and relates to the Light Emitting Diode drop using the luminescence equipment and it which can emit [ high brightness and ] light uniformly.

[0002]

[Description of the Prior Art] In RGB (a red system, a green system, blue system), the light emitting device (henceforth a Light Emitting Diode chip) which can emit light in the super-high brightness which amounts to 1000 or more mcds was developed today, respectively. In connection with this, a full color Light Emitting Diode drop is being installed by carrying out color mixture luminescence using each Light Emitting Diode chip with which a red system (R), a green system (G), and a blue system (B) can emit light. There is a character representation board which used the single color display else [, such as full color large-sized image equipment, ] as such an example of a Light Emitting Diode drop. Even if it checks a white system by looking as a single color display for a long time unlike the color which draws cautions of a red system etc. therefore, it is hard to get tired. Single color Light Emitting Diode drops, such as a white system, are demanded especially from this.

[0003] On the other hand, a Light Emitting Diode chip has the outstanding monochromatic peak wavelength. Therefore, when displaying a white system etc., it is necessary to carry out color mixture of the luminescence from two or more kinds of Light Emitting Diode chips, such as RGB and color mixture of B(blue system) Y (yellow system). However, there is no need of making it not necessarily white-system-etc.-displaying using two or more kinds of Light Emitting Diode chips in the Light Emitting Diode drop used for the destination plotting board etc.

[0004] Then, the applicant for this patent developed the light emitting diode which was made to carry out color conversion of the luminescence from blue light emitting diode with a Light Emitting Diode chip and a fluorescent substance, and was indicated by JP,5-152609,A, JP,7-99345,A, etc. as light emitting diode to which other colors etc. can emit light. The various luminescent color, such as a white system, can be made to emit light by such light emitting diodes using one kind of Light Emitting Diode chip.

[0005] Specifically, the energy band gap of a luminous layer arranges a large Light Emitting Diode chip on the cup in which it was prepared at the nose of cam of a leadframe etc. A Light Emitting Diode chip is electrically connected to the metal stem and metal post in which the Light Emitting Diode chip was formed, respectively, and the mould which covers a Light Emitting Diode chip — a member — absorb the light from a Light Emitting Diode chip to inside etc., the fluorescent substance which carries out wavelength conversion is made to contain in it, and it is made to have formed in it

[0006] In this case, a white system can be made to emit light using the color mixture of these luminescence by choosing the light emitting diode of a blue system, the fluorescent substance which absorbs the luminescence and emits light in a yellow system. Such light emitting diode can use sufficient brightness as light emitting diode which emits light, when a white system is used as light emitting diode which emits light.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if a Light Emitting Diode chip and a fluorescent substance are made to only mount in the reflective cup on the mounting lead used for light emitting diode etc., an irregular color may be produced in a luminescence observation side. the core where it saw from the luminescence observation side side, and the Light Emitting Diode chip has been arranged in more detail — blue \*\*\*\*\* and its circumference — the shape of a ring — yellow, green, and red — a sexy portion may be seen Human being's color tone feeling is especially set white, and is sensitive. therefore, white reddish also with few color tone differences and green — sexy white and yellow — it's uses as sexy white etc.

[0008] The irregular color produced by facing such a luminescence observation side squarely becomes it being not only desirably on quality, but producing the color tone unevenness of the screen at the time of applying to a Light Emitting Diode drop, and the error in precision mechanical equipments, such as a photosensor. Furthermore, such luminescence equipment has the problem that luminescence brightness tends to fall with time. The invention in this application solves the above-mentioned trouble, and the color tone unevenness in a luminescence observation side is to offer the luminescence equipment with which it can be very few with equipment and a white system to emit light in high brightness, and the display using it.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The invention in this application is luminescence equipment which has the coating section in this portion while arranging a Light Emitting Diode chip in an opening base, and the above-mentioned technical problem can be solved by considering as the luminescence equipment which has the 2nd coating section in which the fluorescent substance with which the aforementioned coating section is excited by the light from a Light Emitting Diode chip, and emits light in the light on the 1st coating section on a Light Emitting Diode chip and the 1st coating section was contained. Moreover, the invention in this application is luminescence equipment of the yttrium aluminum garnet system fluorescent substance by which the fluorescent substance was activated with the cerium while a Light Emitting Diode chip is a nitride system compound semiconductor. Furthermore, it is luminescence equipment which has the shape of the concave spherical surface in which the front face of the 1st coating section was sawed and became depressed from the luminescence observation side side, and is also luminescence equipment which forms the side-attachment-wall configuration of opening stair-like, and has the 1st coating section and the 2nd coating section for every stage. The substrate which has opening is luminescence equipment which is one chosen from ceramics, a metal substrate, and the thermal-resistance organic resin substrate containing a thermally conductive filler. Furthermore, the conductor matched with it in opening, as for the invention in this application while the aforementioned opening had been arranged two or more at the same substrate — wiring and the aforementioned Light Emitting Diode chip are also the Light Emitting Diode drops connected electrically

[0010]

[Function] The invention in this application can make the slight closing depth of the light by the fluorescent substance having been prepared ease while reducing the color tone unevenness of luminescence equipment by reducing substantially the optical-path-length difference of the light emitted from a Light Emitting Diode chip by considering as the 2nd coating section which has a fluorescent substance on the 1st coating section near the Light Emitting Diode chip, and the 1st coating section. Therefore, also in prolonged use, the fall of luminescence brightness can be considered as luminescence equipment and the Light Emitting Diode drop with which a few uniform light can emit light.

[0011]

[Embodiments of the Invention] As a result of various experiments, by considering a light emitting device and a fluorescent substance as a specific arrangement relation, invention-in-this-application persons find out that the color tone unevenness and brightness fall in a luminescence observation side are improvable, and came to accomplish the invention in this application.

[0012] By composition of the invention in this application, it is considered as the following that the improvement of color tone unevenness or a brightness fall can be aimed at, although it is not certain. That is, the light emitted from the light emitting device is emitted to various angles like (a), (b), (c), (d), (e), and (f), as shown in drawing 5 (A). The optical path lengths which pass the coating section in which the fluorescent substance contained such a light differ, respectively. Light with the shallower angle of the light especially emitted from a Light Emitting Diode chip is in the inclination for the optical path length to become long. For this reason, according to an optical-path-length difference, the quantity of lights changed into a fluorescent substance will differ, and color tone unevenness will arise. Especially, in the field of (d) and (e), since the optical path length is long, the light by which wavelength conversion of the light from a Light Emitting Diode chip is carried out with a fluorescent substance increases, and it is thought that it sees from a luminescence observation side side, and is easy to produce color tone unevenness. Light [which spreads the inside of a semiconductor like a waveguide and is emitted] (f) Moreover, there is light emitted from a Light Emitting Diode chip. It is thought that such a light also causes [f the Light Emitting Diode chip circumference] color tone unevenness.

[0013] Moreover, if the coating section which has a fluorescent substance on a Light Emitting Diode chip is arranged directly, the rate to which light from a Light Emitting Diode chip is reflected and scattered about with a fluorescent substance will increase. Especially, near the Light Emitting Diode chip, the number of times to which the light from a Light Emitting Diode chip is carried out for reflective dispersion etc. by the fluorescent substance matter increases extremely, and the density of light becomes high. Consequently, the organic resin which is the base material of the coating section tends to deteriorate, and it is thought that it is in the inclination for brightness to fall finally.

[0014] Like drawing 5 (B), the invention in this application can suppress the fall of brightness for dispersion of the light near the Light Emitting Diode chip few while lessening an optical-path-length difference by considering as the laminated structure of the 1st coating section and the 2nd coating section on a Light Emitting Diode chip.

[0015] As an example of concrete luminescence equipment, the chip type Light Emitting Diode is shown in drawing 2. The package in which it has an external electrode as a chip type Light Emitting Diode, and the crevice was formed was used. Die bonding of the Light Emitting Diode chip which made the gallium-nitride system compound semiconductor the luminous layer is carried out by the epoxy resin into the crevice. Wire bonding of each electrode and external electrode of a Light Emitting Diode chip is carried out using the gold streak, respectively. The epoxy resin was applied as the 1st coating section on the Light Emitting Diode chip of a crevice, and it was made to dry. Next, the thing which made the 3<sup>rd</sup> (RE<sub>1-x</sub>Sm<sub>x</sub>) (aluminum<sub>1-y</sub>Ga<sub>y</sub>)<sub>50</sub>12:Ce fluorescent substance contained in the base material of silicone resin was made to form in the 1st coating section as the 2nd coating section.

[0016] The 1st coating and the 2nd coating section have laminating composition. Moreover, the cross-section edge of the 1st coating section is going up like drawing 2. Therefore, the shape of the concave spherical surface in which the front face of the 1st coating section was sawed and became depressed from the luminescence observation side side is taken. The 1st coating section becomes possible [reflecting the fluorescent substance in the 2nd coating section near a center more] by taking the shape of the concave spherical surface. Such a configuration can control and create the viscosity, the curing temperature, and time of an epoxy resin which is the 1st coating section. A substantial optical-path-length difference can be lessened by this, and it can be considered as color tone unevenness or the few luminescence equipment of a

brightness fall more. Hereafter, the composition member of the invention in this application is explained in full detail.

[0017] (Coatings 101, 102, 201, 202, 401, and 402) The coating section of the invention in this application protects a Light Emitting Diode chip from an external environment etc. The coating section is a resin, glass, etc. containing the fluorescent substance which is prepared on a Light Emitting Diode chip, is excited in part at least by the light from a Light Emitting Diode chip, and emits light in the light. Anyway, the coating section — the course of the light from a Light Emitting Diode chip — color mixture etc. is made to carry out the light from a fluorescent substance to a Light Emitting Diode chip through a long distance. Especially the coating section of the invention in this application is provided so that the optical-path-length difference of the light emitted from the Light Emitting Diode chip may become less than what was made into the mere layer configuration which the fluorescent substance contained more. Moreover, it has been considered as multilayer composition so that it may be emitted outside efficiently. Therefore, as for the configuration of the coating section, a convex lens configuration, various multilayer configurations, etc. are mentioned. Moreover, you may make it form by pasting up the coating section formed in the thin film.

[0018] The same material may be used for the base material of the 1st coating section 101 and the 2nd coating section 102, and a different material may be used for it. When using a different material, it is desirable to use the material which has weatherability in the side more near the exterior. Moreover, it is desirable to use material with little expansion of the material which is in the interior more. As a concrete base material which constitutes such the coating section, translucency resins, glass, etc., such as an epoxy resin, a urea resin, acrylic resin, and silicone resin, are used suitably. Moreover, the thickness of the 1st coating section and the 2nd coating section may be the same respectively, and may differ. As a fluorescent substance, various things, such as organic, and an inorganic color, an inorganic pigment, are mentioned in consideration of the light from a Light Emitting Diode chip etc.

[0019] You may make the 1st and/or 2nd coating section contain a dispersing agent, a coloring agent, and a light stabilizer. The screen effect which cuts a Light Emitting Diode chip and/or the light from a fluorescent substance into a request can be given by making a coloring agent contain. A request can be made to adjust directional characteristics by making a dispersing agent contain. Degradation of the resin which constitutes the coating section can be suppressed by making the ultraviolet ray absorbent which is a light stabilizer contain. As a concrete dispersing agent, a barium titanate, titanium oxide, an aluminum oxide, oxidization silicon, etc. are used suitably. As a light stabilizer, a benzotriazol system, a benzophenone system, a SARISHI rate system, a cyanoacrylate system, a hindered amine system, etc. are mentioned.

[0020] Moreover, the main material of the coating section is good also as a member which may use the same material as a mould member and is different. When the coating section is made to form by different member, the external stress and thermal stress concerning a Light Emitting Diode chip, a conductive wire, etc. can also be made to ease more.

[0021] (Fluorescent substance) The fluorescent substance which is excited as a fluorescent substance used for the invention in this application by the light which emitted light from the semiconductor luminous layer at least, and emits light in the light is said. When the light of the fluorescent substance which is excited by the light from the case where the light which emitted light from the Light Emitting Diode chip, and the light which emits light from a fluorescent substance have a complementary color relation etc., or a Light Emitting Diode chip, and it, and emits light is equivalent to the three primary colors (a red system, a green system, blue system) of light, respectively, if luminescence from a Light Emitting Diode chip and the luminescence from a fluorescent substance are indicated by color mixture, the luminescent color display of a white system can. Therefore, in the exterior of luminescence equipment, luminescence from a Light Emitting Diode chip and luminescence from a fluorescent substance need to penetrate the coating section etc. Such adjustment adjusts various ratios of a fluorescent substance, a resin, etc., applications, fills, etc. Or arbitrary color tones including white, such as an electric bulb color, can be made to offer by choosing various luminescence wavelength of a light emitting diode.

[0022] Furthermore, a content distribution of a fluorescent substance 2nd coating on the staff also influences color mixture nature and endurance. That is, it is easy to suppress degradation by moisture etc. that it is harder to be influenced of the moisture from an external environment etc. toward a Light Emitting Diode chip by the outer surface side of the 2nd coating section when the distribution concentration of a fluorescent substance is high.

[0023] On the other hand, a content distribution of a fluorescent substance — the mould from a Light Emitting Diode chip — a member — if distribution concentration becomes high toward a front-face side, although it will be easy to be influenced of the moisture from an external environment, the influence of generation of heat from a Light Emitting Diode chip, irradiation intensity, etc. can also suppress degradation of a fluorescent substance fewer. Therefore, many things can be chosen by the operating environment. Such a distribution of a fluorescent substance can be made to form variously by making the base material containing a fluorescent substance, formation temperature, viscosity, the configuration of a fluorescent substance, particle size distribution, etc. adjust.

[0024] As for the fluorescent substance excited by the semiconductor luminous layer, various things, such as an inorganic fluorescent substance, an organic fluorescent substance, a fluorescent dye, and a fluorescent pigment, are mentioned. As a concrete fluorescent substance, 3(aluminum1-yGay)5O12:Ce ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ , however RE are a kind of elements chosen from the group which consists of Y, Gd, La, Lu, and Sc at least.) which are a perylene system derivative and the yttrium aluminum garnet fluorescent substance by which cerium activation was carried out (RE1-xSmx) is mentioned. When 3(aluminum1-yGay)5O12:Ce is especially used as a fluorescent substance (RE1-xSmx), or it is such as the Light Emitting Diode chip which used the large nitride system compound semiconductor of an energy band gap for the luminous layer, it approaches, and it is arranged and can consider as luminescence equipment sufficient efficient which it has light-fast also in two or less two or more ( $E = 3 \text{ W} \cdot \text{cm}^2 / 10 \text{ W} \cdot \text{cm}^2$  as irradiance).

[0025] (RE1-xSmx) A 3(aluminum1-yGay)5O12:Ce fluorescent substance can be strong for heat, light, and moisture, and the peak of an excitation spectrum can make it carry out near 470nm etc. for garnet structure. Moreover, the broadcloth emission spectrum to which a luminescence peak is also near 530nm and lengthens the skirt to 720nm can be given. And

lumin sc wavel ngth shifts to long wavel ngth in lumin sc wavelength shifting to short wavelength in replacing a part of aluminum of composition by Ga, and replacing a part of Y of composition by Gd. Thus, it is possible to adjust the luminesc nt c l r continuously by changing composition. Therefore, it has the ideal conditions for the intensity by the side of long wav l ngth changing into white system luminesc nc by the composition ratio of Gd using blue system luminescence of a nitride semiconductor, such as being changed continuously.

[0026] An oxid or the compound which turns into an oxide easily at an elevated temperature is used for such a fluor sc nt substanc as a raw material of Y, Gd, Ce, Sm, aluminum, La, and Ga, it fully mixes them by the stoichiometry, and obtains a raw material. Or an aluminum oxide, an oxidization gallium, etc. are mixed with the coprecipitation oxide which calcinates what coprecipitated the solution which dissolved the rare earth elements of Y, Gd, Ce, and Sm in the acid by the stoichiometry with oxalic acid, and is obtained, and a mixed raw material is obtained. It can obtain by carrying out proper quantity mixture of the fluorides, such as an ammonium fluoride, as flux at this, stuffing a crucible, calcinating by the temperature requirement of 1350-1450 degreeein air C for 2 to 5 hours, obtaining a burned product, carrying out th ball mill of the burned product underwater next, and letting a screen pass at washing, separation, dryness, and the last.

[0027] In the luminescence equipment of the invention in this application, a fluorescent substance may mix two or more kinds of fluorescent substances. That is, two or more kinds of  $3(\text{RE}_{1-x}\text{Sm}_x)(\text{aluminum}_{1-y}\text{Ga}_y)\text{O}_{12}$ :Ce fluorescent substances with which the contents of aluminum, Ga, Y, La and Gd, or Sm differ can be mixed, and the wavelength c mponent of RGB can be increased.

[0028] (Light Emitting Diode chips 103, 203, and 403) with the Light Emitting Diode chip used for the invention in this application, a fluorescent substance can be excited efficiently — the efficient nitride system compound semiconductor which can emit light is comparatively mentioned suitably in short wavelength Such a Light Emitting Diode chip can make semiconductors, such as InGaN, form as a luminous layer on a substrate by the MOCVD method etc. As structure of a semiconductor, the thing of terrorism composition is mentioned to the gay structure, hetero structure, or double which has MIS junction, PIN junction, a PN junction, etc. Various luminescence wavelength can be chosen with the material and its d gree of mixed crystal of a semiconductor layer. Moreover, it can also consider as the single quantum well structur and multiplex quantum well structure where the semiconductor barrier layer was made to form in the thin film which the quantum effect produces.

[0029] When a gallium-nitride system compound semiconductor is used, material, such as a sapphire, a spinel, and SiC, Si, ZnO, is used for a semiconductor substrate. In order to make a crystalline good gallium nitride form, it is desirable to use a sapphire substrate. Buffer layers, such as GaN and AlN, are formed at low temperature on this sapphire substrate, and the gallium-nitride semiconductor which has a PN junction is made to form on it. A gallium-nitride system semiconductor shows N type conductivity in the state where an impurity is not doped. When making the N type gallium-nitride semiconductor of a request, such as raising luminous efficiency, form, it is desirable to introduce Si, germanium, Se, T , C, etc. suitably as an N type dopant. On the other hand, when making a P type gallium-nitride semiconductor form, Zn, Mg, Be, calcium, Sr, Ba, etc. which are P type DOPANDO are made to dope.

[0030] Only by doping a p-type dopant, since it is [ P-type=] hard toize a gallium-nitride system compound semiconductor, it is desirable to make it P-type=ize by annealing after p-type dopant introduction by heating, the low-speed electron beam irradiation, plasma irradiation, etc. at a furnace. After making the exposed surface of a P type semiconductor and an N-type semiconductor form by etching etc., the sputtering method, a vacuum deposition method, etc. are used and each electrode of a desired configuration is made to form on a semiconductor layer. Next, after carrying out direct full cutting with the dicing saw with which the blade which has the edge of a blade made from a diamond rotates the formed semiconductor wafer or cutting the slot of latus width of face deeply rather than edge-of-a-blade width of face (half cutting), a semiconductor wafer is broken by external force. or the scribe in which the diamond stylus at a nose of cam carri s out both-way rectilinear motion — a semiconductor wafer — very — a narrow scribe line (circles of longitude) — f r xample, after lengthening in a grid pattern, by external force, a wafer is broken and it cuts in the shape of a chip from a semiconductor wafer Thus, the Light Emitting Diode chip which is a gallium-nitride system compound semiconductor can be made to form.

[0031] When making a white system emit light in the luminescence equipment of the invention in this application, in consideration of the complementary color with a fluorescent substance etc., the main luminescence wavelength of a light emitting device has 400nm or more desirable 530nm or less, and 420nm or more 490nm or less is more desirable. In ord r to raise more the efficiency of a Light Emitting Diode chip and a fluorescent substance, respectively, 450nm or more 475nm or less is still more desirable. In addition, or it does not excite a fluorescent substance besides the Light Emitting Diode chip mainly used for the invention in this application, even if it is excited, the light etc. can also arrange the Light Emitting Diode chip which emits light only in the light which does not emit light substantially together from a fluoresc nt substance. In this case, it can also consider as the luminescence equipment with which a white system, red, yellow, tc. can emit light.

[0032] (Mounting lead 104) It is desirable to have the cup in which a fluorescent substance is made to hold while th m unting lead 104 arranges the Light Emitting Diode chip 103. Such a cup can also be operated as opening in the inv ntion in this application. When installing two or more Light Emitting Diode chips and using a mounting l ad as a common electrode of a Light Emitting Diode chip, it is desirable to have sufficient electrical conductivity and c nnectability with a b nding wire etc.

[0033] As c ncret electric r sistance of a mounting lead, below 300micro megacm is d sirable and it is 3 or less micro megacm more pref rably. More ver, wh n \*\*\*\*(ing) two or mor Light Emitting Diod chips on a mounting lead, since the cal rific value from a Light Emitting Di de chip incr as s, it is call d f r that th rmal conductivity is good. concrete — m re than 0.01 cal/cm<sup>2</sup>/cm/d gree C — d sirable — more — d sirabl — It is m re than 0.5

cal/cm<sup>2</sup>/cm/degree C. As a material which fulfills these conditions, a ceramic with iron, copper, the copper containing iron, the copper containing tin, and a metallizing pattern etc. is mentioned.

[0034] (Inner lead 105) Connection with the conductive wire connected with the Light Emitting Diode chip 103 arranged on the mounting lead 104 as an inner lead 105 is aimed at. When two or more Light Emitting Diode chips are formed on a mounting lead, it is necessary to consider as the composition which can be arranged so that each conductive wires may not contact. Specifically, contact of the conductive wires connected to the inner lead which is separated from a mounting lead can be prevented by enlarging area of the end face in which an inner lead carries out wire bonding etc. as it separates from a mounting lead. As for the granularity of an end-connection side with a conductive wire, in consideration of adhesion, less than [ more than 1.6S10S ] is desirable.

[0035] In order to make the point of an inner lead form in various configurations, after making the configuration of a leadframe decide, pierce and form with a mold beforehand or making all inner leads form, you may make it form by deleting a part of inner lead upper part. Furthermore, a desired area and the desired end-face height of an end face can also be made to form simultaneously by piercing an inner lead and pressurizing from an end face after formation.

[0036] It is called for that connectability and electrical conductivity of an inner lead with the bonding wire which is a conductive wire are good. As concrete electric resistance, 300 or less micromegohm are desirable and are 3 or less micromegohm more preferably. As a material which fulfills these conditions, the aluminum which plated iron, copper, the copper containing iron, the copper containing tin and copper, gold, and silver, iron, copper, etc. are mentioned.

[0037] (Electrical installation member 106) As a conductive wire 106 which is electric connection material, what has ohmic nature with the electrode of the Light Emitting Diode chip 103, mechanical-connections nature, good electrical conductivity, and good thermal conductivity is called for. As thermal conductivity, more than 0.01 cal/cm<sup>2</sup>/cm/degree C is desirable, and it is more than 0.5 cal/cm<sup>2</sup>/cm/degree C more preferably. Moreover, in the case of a conductive wire, in consideration of workability etc., it is more than diameter phi10micrometer and less than [ phi45micrometer ] preferably. Specifically, the conductive wire using metals and those alloys, such as gold, copper, platinum, and aluminum, as such a conductive wire is mentioned. Such a conductive wire can connect an inner lead, a mounting lead, etc. to the electrode of each Light Emitting Diode chip easily by the wire-bonding device.

[0038] (Mould member 107) a mould — a member 107 can be suitably formed, in order to protect from the exterior the coating section 102 which the Light Emitting Diode chip 103, the conductive wire 106, and the fluorescent substance contained according to the use of luminescence equipment a mould — a member 107 can be made to form using various resins, glass, etc. The lens effect which converge luminescence from a Light Emitting Diode chip, or it is made to diffuse can be given by making a mould member into a desired configuration. Therefore, a mould member is good also as structure which carried out two or more laminatings. Specifically, it sees from a convex lens configuration, a concave lens configuration, and also a luminescence observation side, and objects which combined two or more them, such as elliptical and a round shape, are mentioned. Moreover, since it sees from a luminescence observation side side and a luminescence side is expanded when making the light from a Light Emitting Diode chip condense and taking a lens configuration, the color tone unevenness of the light source appears notably especially. Therefore, the effect of irregular color suppression of the invention in this application becomes large especially.

[0039] a mould — as a concrete material of a member, a translucency resin, glass, etc. which were mainly excellent in weatherability, such as an epoxy resin, a urea resin, and silicone, are used suitably. Moreover, by making a mould member contain a dispersing agent, the directivity from a Light Emitting Diode chip can be made to be able to ease, and an angle of visibility can also be increased. As a concrete material of a dispersing agent, a barium titanate, titanium oxide, an aluminum oxide, oxidization silicon, etc. are used suitably. Furthermore, you may make a mould member and the coating section form by different member. Moreover, a mould member and the coating section can also be made to form using the same member in consideration of a refractive index.

[0040] (Substrate 404) as the substrate 403 for highly minute, high angles of visibility, and small thin shape Light Emitting Diode drops with which much Light Emitting Diode chips 403 are arranged — the Light Emitting Diode chip 403 and electrical installation — the conductor which prepared a member etc. and two or more concave openings which make a fluorescent substance contain — what has a wiring layer is mentioned suitably. In such a substrate, if high density assembly of two or more Light Emitting Diode chips is directly carried out on the same substrate, the heat release from a Light Emitting Diode chip will increase. If heat cannot be enough radiated in the heat from a Light Emitting Diode chip and a fluorescent substance is not uniformly distributed in a resin, degradation of the partial crack of the coating section, coloring, etc. may be produced.

[0041] therefore, the conductor which prepared concave opening — it is desired for adhesion with the coating section which thermolysis nature was [ section ] excellent and made the fluorescent substance contain as a substrate which has a wiring layer to be good as the wiring substrate material which has such concave opening — a ceramic substrate and a metal — the base — carrying out — an insulating layer — binding — a conductor — the metal substrate and the thermal-resistance organic resin substrate containing a thermally conductive filler which have a wiring layer are mentioned suitably. These substrates can form concave opening and a wiring member in one. a ceramic substrate — a hole — the Light Emitting Diode drop which concave opening and the wiring section unified by resin molding can be made to form simply by press working of sheet metal and the organic resin substrate by the laminating of an aperture substrate, and the metal substrate

[0042] The ceramic substrate mainly specifically concerned with the alumina in the point of heat dissipation nature or weatherability is more desirable. 90 — 96% of the weight of raw material powder is specifically an alumina, as a sintering acid Viscosity. The ceramic substrate which talc, a magnesia, calcia, a silica, etc. are added for up to 10% of the weight, and was made to sinter by the 1500 to 1700-degree C temperature requirement, 40 — 60% of the weight of \*\*\*\*\* powder is

the ceramic substrate which 60 – 40% of the weight of the substrate is made of glass, a Kojū light, a feldspar, a mullite, etc. are added as a sintering aid with an alumina, and was made to sinter by the temperature requirement which is 800–1200 degrees C.

[0043] Such a substrate can take configurations various in the green sheet stage before baking. Wiring can be made to constitute by carrying out screen-stencil etc. to a desired configuration on a green sheet etc. by making into a circuit pattern the thing which made the resin bind to contain refractory materials, such as tungsten and molybdenum. Moreover, opening which makes a Light Emitting Diode chip and a fluorescent substance contain can also be made to form freely by making the green sheet which carried out opening rival in a multilayer etc. Therefore, it is also possible to form a stair-like opening side attachment wall etc. by carrying out the laminating of the green sheet from which the shape of a cylinder and an aperture differ. A ceramic substrate is obtained by making such a green sheet sinter. Moreover, it may be made to paste up and you may use, after making each sinter.

[0044] Moreover, only the substrate front face formed in the green sheet on the front face of the maximum by making the green sheet itself contain Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etc. can be made into a dark color system. The substrate with such a maximum front face also becomes contrast improving and highlighting more a Light Emitting Diode chip and luminescence of a fluorescent substance. The side attachment wall which spread toward opening can raise the further reflection factor. In order that the side-attachment-wall configuration of concave opening may avoid loss of luminescence from a Light Emitting Diode chip, the shape of a taper angle, a curved surface, or a stairway on the straight line which was optically suitable for reflection is mentioned. Moreover, the depth of concave opening is decided with the angle in the range which does not cover the direct solar radiation from a Light Emitting Diode chip while it prevents that the slurry which distributed the fluorescent substance used as the thriller and the 2nd coating section used as the 1st coating section flows out. Therefore, the depth of concave opening has 0.3 mm or more, and 0.5mm or more its less than 2.0mm is more desirable.

[0045] Concave opening of a substrate arranges a Light Emitting Diode chip, an electrical installation member, the 1st and 2nd coating sections, etc. inside. Therefore, while direct loading etc. carries out a Light Emitting Diode chip by the die bond device etc., there should just be sufficient size which can take electrical installation with a Light Emitting Diode chip by wire bonding etc. Two or more concave openings can be prepared according to a request, and can make the shape of a dot matrix or a straight line etc. of 16x16 or 24x24 choose variously. the dot pitch of concave opening — quantity 4mm or less — when minute, as compared with the case where a shell type light emitting diode lamp is carried, the dot pitch should contract sharply. Moreover, let the Light Emitting Diode drop using such a substrate be the high-density Light Emitting Diode display unit which can solve the various problems relevant to the thermolysis nature from a Light Emitting Diode chip. Thermosetting resin etc. can perform adhesion with a Light Emitting Diode chip and a substrate pars basilaris ossis occipitalis. Specifically, an epoxy resin, acrylic resin, an imido resin, etc. are mentioned. Moreover, while making it paste up with the wiring formed in the substrate by the face down Light Emitting Diode chip etc., in order to make it connect electrically, Ag paste, an ITO paste, a carbon paste, a metal bump, etc. can be used.

[0046] Moreover, in order to raise conductivity, the reflection factor of the substrate bottom on which a Light Emitting Diode chip and a fluorescent substance are arranged, etc., vacuum evaporation, plating processing, etc. can be performed to wiring formed on the substrate, and silver, gold, copper, platinum, and palladium and these alloys can also be made to form in it.

[0047] (LED display equipment) An example of the Light Emitting Diode drop using the luminescence equipment of the invention in this application is shown. In the invention in this application, it can also consider as the LED display equipment for black and white only using white system luminescence equipment. The Light Emitting Diode drop for black and white can have and constitute a Light Emitting Diode chip and the coating section on the substrate which has two or more crevices arranged according to the thing and request which have arranged the light emitting diode which is luminescence equipment of the invention in this application in the shape of a matrix etc. The drive circuit and Light Emitting Diode drop which make each Light Emitting Diode chip drive are connected electrically. It can consider as the display which can display various pictures by the output pulse from a drive circuit. It is switched by the output signal of the gradation control circuit which calculates the gradation signal for making a predetermined luminosity turn on a Light Emitting Diode drop from the data memorized by RAM (Random Access Memory) and RAM which make the indicative data inputted memorize temporarily as a drive circuit, and a gradation control circuit, and has the driver which makes luminescence equipment turn on. A gradation control circuit calculates the lighting time of luminescence equipment from the data memorized by RAM, and outputs a pulse signal.

[0048] Such a Light Emitting Diode drop for black and white can carry out [highly minute]izing while being able to simplify circuitry naturally unlike the full color drop of RGB. Therefore, it can consider as a display without the irregular color accompanying the property of the luminescence equipment of RGB etc. Moreover, a time can be extended, when it is connection with a cell power supply, since about 1/3 can be made to reduce power consumption. Furthermore, compared with the conventional red and the Light Emitting Diode drop using the green chisel, the stimulus to human being is suitable for few prolonged use. Although the example of the invention in this application is explained hereafter, the invention in this application cannot be overemphasized by that it is not what is limited only to a concrete example.

[0049]

[Example]

(Example 1) The Light Emitting Diode chip which made the luminous layer thin 0.4Ga<sub>0.6</sub>N semiconductor which main luminescence peak is 460nm was used. The Light Emitting Diode chip passed TMG (trimethylgallium) gas, TMI (trimethylindium) gas, nitrogen gas, and dopant gas with carrier gas on the sapphire substrate made to wash, and was made to form them by making a gallium-nitride system compound semiconductor by the MOCVD method. It considered as the

gallium-nitride system semiconductor which has N type conductivity, and the gallium-nitride system semiconductor which has P type conductivity by changing SiH<sub>4</sub> and Cp<sub>2</sub>Mg as dopant gas. GaN which has the N type conductivity which is the 1st contact layer through GaN which is a buffer layer, InGaN which is a luminous layer, AlGaN which has the P type conductivity which is the 1st clad layer, and GaN which has the P type conductivity which is the 2nd contact layer are made to have form on silicon on sapphire, respectively. In addition, the P type semiconductor is made (have annealed above 400 degrees C after membrane formation). Moreover, thickness of a luminous layer is set to 3nm which is the which the quantum effect produces.

[0050] After exposing PN each semiconductor front face by etching, each electrode was made to form by the sputtering method, respectively. In this way, after lengthening a scribe line, external force was made to divide the done semiconductor wafer, and the Light Emitting Diode chip of 350-micrometer angle was made to form as a light emitting device.

[0051] On the other hand, the copper leadframe which carried out silver plating was made to form by punching. The formed leadframe has a cup at the nose of each of a mounting lead. Die bonding of the Light Emitting Diode chip was carried out to the cup by the epoxy resin which Ag contained. Wire bonding of each electrode of a Light Emitting Diode chip, a mounting lead, and the inner lead was carried out by the gold streak, respectively, and the electric flow was taken. Silicone rubber was poured in on the Light Emitting Diode chip on the cup by which the Light Emitting Diode chip was \*\*\*\*(ed). It was made to harden in 125-degree-C about 1 hour, and the 1st coating section was made to form after pouring.

[0052] The fluorescent substance made the solution which dissolved the rare earth elements of Y, Gd, and Ce in the acid by the stoichiometry coprecipitate with oxalic acid. This is mixed with the coprecipitation oxide calcinated and obtained and an aluminum oxide, and a mixed raw material is obtained. The ammonium fluoride was mixed as flux to this, the crucible was stuffed, it calcinated at the temperature of 1400 degrees in air C for 3 hours, and the burned product was obtained. The ball mill of the burned product was carried out underwater, and it was made to form in washing, separation, dryness, and the last through a screen.

[0053] The 3(Y0.4Gd0.6) aluminum5O12:Ce fluorescent substance 40 weight section and the epoxy resin 100 weight section which were formed were often mixed, and it considered as the slurry. This slurry was made to pour in on the 1st coating section which is in the cup of a mounting lead. The resin which the fluorescent substance contained was stiffened in 130-degree-C about 1 hour after pouring. In this way, the 2nd coating section which the fluorescent substance with a thickness of about 0.4mm contained made it form on the 1st coating section like drawing 5 (B). Furthermore, the translucency epoxy resin was made to form as a mould member in order to protect a Light Emitting Diode chip and a fluorescent substance from external stress, moisture, dust, etc. The mould member inserted the leadframe by which the coating section of a fluorescent substance was formed into the shell type mold, and was made to harden it after mixing a translucency EPOSHIKI resin in 150-degree-C 5 hours. In this way, the light emitting diode which is luminescence equipment like drawing 1 was made to form.

[0054] In this way, color temperature and color rendering properties were measured, respectively from the transverse plane of light emitting diode where the obtained white system can emit light. Color temperature 8080K and Ra(color rendering properties index) =87.4 were shown. Furthermore, point of measurement was moved so that it might pass along the center top of luminescence equipment by a unit of 45 degrees from 0 times to 180 degrees, and the chromaticity point in an every place point was measured. Moreover, life test (If=60mA and Ta=25 degree C) was performed.

[0055] (Example 1 of comparison) The 3aluminum5O12:Ce fluorescent substance content resin was poured in and stiffened as a fluorescent substance (Y0.4Gd0.6) only in the cup from which the Light Emitting Diode chip which is a gallium-nitride system compound semiconductor like an example 1 has been arranged except having not made the 1st coating section form but having formed the coating section only using the 2nd coating section. In this way, the chromaticity point and life test result of light emitting diode which were formed were measured like the example 1. A measurement result is shown in drawing 6 and drawing 7 with an example 1. In drawing 7, it has expressed on the basis of the example 1.

[0056] (Example 2) The ceramic substrate was used as a wiring substrate which has concave opening in the shape of a dot matrix. the hole concave opening does not have [ hole ] a wiring layer at the time of ceramic substrate manufacture -- the aperture green sheet was made to form by carrying out a laminating 3.0mm and the diameter of opening was set to 2.0mmphi, and the opening depth was set to 0.8mm for the dot pitch of concave opening of 16x16 dot matrices. The overall length was used as the substrate of 48mm angle. The wiring layer was made to form by making a desired configuration screen-stencil a tungsten content binder. Each green sheet is made to pile up mutually and is made to have formed. In addition, the green sheet equivalent to a surface layer is made to have contained the chrome oxide for the improvement in contrast of a substrate. The ceramic substrate was made to constitute by making this sinter. The wiring layer laid the commonness corresponding to the dot matrix, and the signal line, and the front face has givennick /Ag plating. The ejection of the signal line from a ceramic substrate formed the contact pin by metal cover by silver-solder connection. In addition, the stair-like diameter of opening is [ 1.7mmphi and the diameter of management opening of a low layer ] 2.3mmphi.

[0057] On the other hand, the In0.05Ga0.95N semiconductor which has main luminous peak is 450nm was used as a Light Emitting Diode chip which is a semiconductor light emitting device. The Light Emitting Diode chip passed TMG (trimethylgallium) gas, TMI (trimethylindium) gas, nitrogen gas, and dopant gas with carrier gas on the sapphire substrate made to wash, and was made to form them by making a gallium-nitride system compound semiconductor form by the MOCVD method. The gallium-nitride semiconductor which has N type conductivity, and the gallium-nitride semiconductor which has P type conductivity were formed, and the PN junction was made to form by changing SiH<sub>4</sub> and

Cp2Mg as dopant gas. (In addition, the P type semiconductor is made to have annealed above 400 degrees C after membrane formation)

[0058] After exposing PN each semiconductor front face by etching, each electrode was made to form by the sputter ring method, respectively. In this way, after lengthening a scribe line, external force was made to divide the done semiconductor wafer, and the Light Emitting Diode chip was made to form as a light emitting device. The Light Emitting Diode chip with which this blue system can emit light was made to fix to the predetermined place in substrate positioning according to heat curing after die bonding by the epoxy resin. Electrical installation was taken by carrying out wire bonding of the 25-micrometer gold streak to each electrode of a Light Emitting Diode chip, and the wiring on a substrate after that. Silicone resin was made to pour into the lower berth in a crevice as the 1st coating section, and it was stiffened in 130-degree-C 1 hour. The thickness of the 1st coating section was 0.4mm of abbreviation.

[0059] Moreover, the fluorescent substance made the solution which dissolved the rare earth elements of Y, Gd, and C in the acid by the stoichiometry coprecipitate with oxalic acid. The coprecipitation oxide which calcinates this and is obtained, and an aluminum oxide are mixed, and a mixed raw material is obtained. The ammonium fluoride was mixed as flux to this, the crucible was stuffed, it calcinates at the temperature of 1400 degrees in air C for 3 hours, and the burned product was obtained. The ball mill of the burned product was carried out underwater, and it was made to form in washing, separation, dryness, and the last through a screen. The 3(Y0.5Gd0.5) aluminum5012:Ce fluorescent substance 10 weight section and the silicone resin 90 weight section which were formed were often mixed, and it considered as the slurry. This slurry was made to pour in into concave opening which is an upper case on the 1st coating section, respectively. The resin which the fluorescent substance contained was stiffened in 130-degree-C 1 hour, and the Light Emitting Diode drop was made to form after pouring. The thickness of the 2nd coating section was 0.4mm. Moreover, the thickness of the Light Emitting Diode drop at this time had only the thickness of 2.0mm of a ceramic substrate, and large thin-shaping was possible for it as compared with the display unit of shell type Light Emitting Diode lamp use.

[0060] The driving means of CPU equipped with the driver which it is switched [ driver ] by the output signal of the gradation control circuit which calculates the gradation signal for making a predetermined luminosity turn on light emitting diod from the data memorized by RAM (Random, Access, Memory) and RAM which make the indicative data inputted as this Light Emitting Diode drop memorize temporarily, and a gradation control circuit, and makes light emitting diod turn on when connected electrically, and the LED display equipment was constituted. The color tone unevenness in each operating was not checked [ near the Light Emitting Diode drop ].

[0061]

[Effect of the Invention] By considering as luminescence equipment, also in a high angle of visibility, there is little color tone unevenness accompanying color mixture, and it can consider as reliable luminescence equipment by considering as the composition of the invention in this application according to claim 1.

[0062] By considering as the composition of the invention in this application according to claim 2, it can consider as reliable luminescence equipment more at high brightness.

[0063] By considering as the composition of the invention in this application according to claim 3, it can consider as luminescence equipment with more little color tone unevenness accompanying color mixture.

[0064] By considering as the composition of the invention in this application according to claim 4, it can consider as the luminescence equipment which has the color tone stabilized more.

[0065] considering as the composition of the invention in this application according to claim 5 — more — high — it is stabilized while being able to form in minute and a thin film, and it can consider as the luminescence equipment which can emit light

[0066] considering as the composition of the invention in this application according to claim 6 — high — it can consider as the Light Emitting Diode drop which can be formed [ minute and ] in a thin film

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing 1 is the outline cross section having shown the luminescence equipment of the invention in this application.

[Drawing 2] Drawing 2 is the outline cross section having shown another luminescence equipment of the invention in this application.

[Drawing 3] Drawing 3 is the outline diagram adapting the luminescence equipment of the invention in this application of a Light Emitting Diode chip.

[Drawing 4] Drawing 4 is a partial typical cross section in the A-A cross section of drawing 3.

[Drawing 5] Drawing 5 is a typical cross section for explaining an operation of the invention in this application, drawing 5 (A) is the cross section of the luminescence equipment shown for comparison, and drawing 5 (B) is the typical cross section of the invention in this application.

[Drawing 6] Drawing 6 is a drawing showing the color tone unevenness of an example 1 and the example 1 of comparison, drawing 6 (A) shows the chromaticity coordinate of an example 1, and drawing 6 (B) shows the chromaticity coordinate of example 1 of comparison.

[Drawing 7] Drawing 7 is a graph showing the life test result of an example 1 and the example 1 of comparison, a solid line is an example 1 and a dashed line shows the example 1 of comparison.

### [Explanation of agreement]

101, 201, 401 ... The 1st coating section

102, 202, 402 ... The 2nd coating section

103, 203, 403 ... Light Emitting Diode chip

104 ... Mounting lead

105 ... Inner lead

106 206 ... Electric connection material

107 ... a mould — a member

204 ... External electrode

207 ... Package

404 ... Substrate

405 ... a conductor — wiring

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-190065

(43)公開日 平成10年(1998)7月21日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

N

審査請求 未請求 請求項の数6 O.L (全11頁)

(21)出願番号 特願平8-350253

(22)出願日 平成8年(1996)12月27日

(71)出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 永峰 邦浩

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化  
学工業株式会社内

(72)発明者 泉野 謹宏

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化  
学工業株式会社内

(72)発明者 藤原 男一

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化  
学工業株式会社内

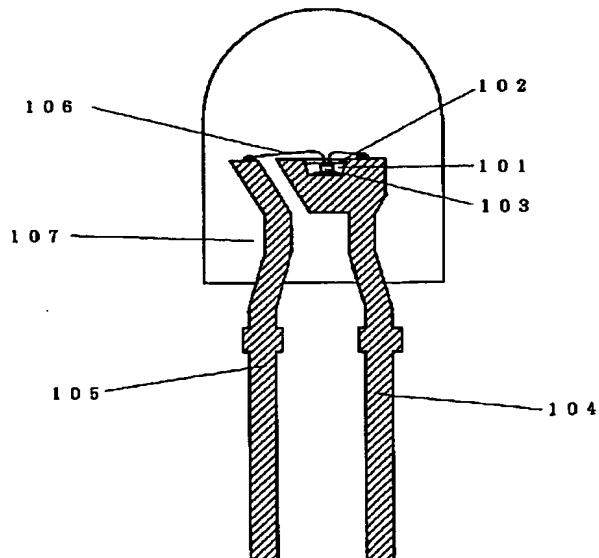
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光装置及びそれを用いたLED表示器

(57)【要約】

【課題】本願発明は、可視光を発光する蛍光物質及び発光素子と、を有し発光装置に係わり、高輝度且つ均一に発光可能な発光装置及びそれを用いたLED表示器に関する。

【解決手段】本願発明は、開口部底面においてLEDチップを配置すると共に該開口部内にコーティング部を有する発光装置であって、前記コーティング部がLEDチップ上の第1のコーティング部と、第1のコーティング部上にLEDチップからの可視光によって励起され可視光を発光する蛍光物質が含まれた第2のコーティング部と、を有する発光装置及びこれを用いたLED表示器である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】開口部底面においてLEDチップを配置すると共に該開口部内にコーティング部を有する発光装置であって、

前記コーティング部がLEDチップ上の第1のコーティング部と、第1のコーティング部上にLEDチップから可視光によって励起され可視光を発光する蛍光物質が含まれた第2のコーティング部と、を有することを特徴とする発光装置。

【請求項2】前記LEDチップが窒化物系化合物半導体であると共に、前記蛍光物質がセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光物質である請求項1記載の発光装置。

【請求項3】前記第1のコーティング部の表面が、発光観測面側から見て窪んだ凹球面状である請求項1に記載の発光装置。

【請求項4】前記開口部の側壁形状を階段状に形成し、段ごとに第1のコーティング部及び第2のコーティング部を有する請求項1に記載の発光装置。

【請求項5】前記開口部を有する基板が、セラミックス、金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂基板から選択される1つである請求項1に記載の発光装置。

【請求項6】請求項5記載の開口部が同一基板に2以上配置されると共に、該開口部内に配された導体配線と、前記LEDチップとが電気的に接続されたことを特徴とするLED表示器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、バックライト光源、光センサー、光プリンターなどの読みとり/書き込み光源、各種データなどが表示可能な表示装置に用いられる発光装置に係わり、特に蛍光物質と、発光素子と、を有し高輝度且つ均一に発光可能な発光装置及びそれを用いたLED表示器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】今日、RGB(赤色系、緑色系、青色系)において、1000 mcd以上にも及ぶ超高輝度に発光可能な発光素子(以下LEDチップとも言う。)がそれぞれ開発された。これに伴い、赤色系(R)、緑色系(G)、青色系(B)が発光可能な各LEDチップを用い混色発光させることでフルカラーLED表示器が設置されつつある。このようなLED表示器例としてフルカラー大型映像装置などの他に、単一色表示を用いた文字表示板等がある。単一色表示として白色系は赤色系などの注意を引きつける色とは異なり、そのため長時間視認しても疲れにくい。このことから特に白色系などの単一色LED表示器が要望されている。

【0003】一方、LEDチップは優れた単色性ピーク波長を有する。そのため白色系などを表示させる場合に

は、RGBやB(青色系)Y(黄色系)の混色など2種類以上のLEDチップからの発光を混色させる必要がある。しかし、行き先表示板等に用いられるLED表示器などにおいては必ずしも2種類以上のLEDチップを用いて白色系などを表示させる必要性はない。

【0004】そこで本願出願人は、LEDチップと蛍光物質により青色発光ダイオードからの発光を色変換させて他の色などが発光可能な発光ダイオードとして特開平5-152609号公報、特開平7-99345号公報などに記載された発光ダイオードを開発した。これらの発光ダイオードによって、1種類のLEDチップを用いて白色系など種々の発光色を発光させることができる。

【0005】具体的には、発光層のエネルギー・バンドギャップが大きいLEDチップをリードフレームの先端に設けられたカップ上などに配置する。LEDチップは、LEDチップが設けられたメタルシステムやメタルポストとそれぞれ電気的に接続させる。そして、LEDチップを被覆するモールド部材中などにLEDチップからの光を吸収し波長変換する蛍光体を含有させて形成させている。

【0006】この場合、青色系の発光ダイオードと、その発光を吸収し黄色系を発光する蛍光物質などを選択することにより、これらの発光の混色を利用して白色系を発光させることができる。このような発光ダイオードは、白色系を発光する発光ダイオードとして利用した場合においても十分な輝度を発光する発光ダイオードとして利用することができる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、発光ダイオードに用いられるマウント・リード上の反射カップ内などに単にLEDチップ及び蛍光物質を実装すると、発光観測面において色むらを生じる場合がある。より詳しくは、発光観測面側から見てLEDチップが配置された中心部が青色っぽく、その周辺にリング状に黄、緑や赤色っぽい部分が見られる場合がある。人間の色調感覚は、白色において特に敏感である。そのため、僅かな色調差でも赤っぽい白、緑色っぽい白、黄色っぽい白などと感じる。

【0008】このような発光観測面を直視することによって生ずる色むらは、品質上好ましくないばかりでなく、LED表示器に応用した場合における表示面の色調むらや、光センサーなどの精密機器における誤差を生ずることにもなる。さらに、このような発光装置は、時間と共に発光輝度が低下する傾向にあるという問題を有する。本願発明は、上記問題点を解決し発光観測面における色調むらが極めて少なく高輝度に白色系などが発光可能な発光装置及びそれを用いた表示装置を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本願発明は、開口部底面

においてLEDチップを配置すると共に該開口部内にコーティング部を有する発光装置であって、前記コーティング部がLEDチップ上の第1のコーティング部と、第1のコーティング部上にLEDチップからの可視光によって励起され可視光を発光する蛍光物質が含まれた第2のコーティング部と、を有する発光装置とすることによって上記課題を解決できるものである。また、本願発明は、LEDチップが塗化物系化合物半導体であると共に、蛍光物質がセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光物質の発光装置である。さらに、第1のコーティング部の表面が、発光観測面側から見て窪んだ凹球面状である発光装置であり、開口部の側壁形状を階段状に形成し、段ごとに第1のコーティング部及び第2のコーティング部を有する発光装置でもある。開口部を有する基板が、セラミックス、金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂基板から選択される1つである発光装置である。さらに、本願発明は、前記開口部が同一基板に2以上配置されると共に、開口部内に配された導体配線と、前記LEDチップとが電的に接続されたLED表示器でもある。

## 【0010】

【作用】本願発明は、LEDチップ近傍の第1のコーティング部と、第1のコーティング部上に蛍光物質を有する第2のコーティング部とすることによってLEDチップから放出される光の光路長差を実質的に低減させることによって発光装置の色調むらを低減させると共に蛍光物質が設けられたことによる光の閉じこめを緩和させることができる。そのため、長時間の使用においても発光輝度の低下が少ない均一光が発光可能な発光装置やLED表示器とすることができる。

## 【0011】

【発明の実施の形態】本願発明者らは、種々の実験の結果、発光素子と蛍光物質とを特定の配置関係とすることによって、発光観測面における色調むらや輝度低下を改善できることを見出し本願発明を成すに至った。

【0012】本願発明の構成によって、色調むらや輝度低下の改善が図ることは定かではないが以下の如く考えられる。即ち、発光素子から放出された光は、図5(A)に示すように(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)の如く様々な角度に放出される。このような光は、蛍光物質が含有されたコーティング部を通過する光路長がそれぞれ異なる。特に、LEDチップから放出される光の角度が浅い光ほど光路長が長くなる傾向にある。このため、光路長差によって蛍光物質に変換される光量が異なり、色調むらが生ずることとなる。特に(d)、(e)の領域では光路長が長いためLEDチップからの光が蛍光物質によって波長変換される光が多くなり、発光観測面側から見て色調むらが生じやすいと考えられる。また、LEDチップから放出される光は、半導体内を導波管の如く伝搬し放出される光(f)ある。

このような光もLEDチップ周辺の色調むら原因になると考えられる。

【0013】また、LEDチップ上に蛍光物質を有するコーティング部を直接配置させると、蛍光物質によってLEDチップからの光が反射・散乱される割合が増える。特に、LEDチップ近傍では、LEDチップからの可視光が蛍光物質によって反射散乱などされる回数が極端に増加し光の密度が高くなる。この結果、コーティング部の母材である有機樹脂などが劣化しやすく、最終的には輝度が低下する傾向にあると考えられる。

【0014】本願発明は、図5(B)の如く、LEDチップ上に第1のコーティング部、第2のコーティング部の積層構造とすることにより光路長差を少なくすると共にLEDチップ近傍の光の散乱を少なく輝度の低下を抑制しうるものである。

【0015】具体的な発光装置の一例として、チップタイプLEDを図2に示す。チップタイプLEDとして外部電極を有し凹部が形成されたパッケージを用いた。凹部内に塗化ガリウム系化合物半導体を発光層としたLEDチップがエポキシ樹脂によってダイボンディングされている。LEDチップの各電極と外部電極とは、それぞれ金線を用いてワイヤーボンディングされている。凹部のLEDチップ上に第1のコーティング部としてエポキシ樹脂を塗布し乾燥させた。次に第2のコーティング部として、シリコーン樹脂の基材中に $(RE_{1-x}Sm_x)_3(A_{1-y}Ga_y)_5O_{12} : Ce$ 蛍光物質を含有させたものを第1のコーティング部上に形成させた。

【0016】第1のコーティングと第2のコーティング部は、積層構成となっている。また、図2の如く第1のコーティング部の断面端部が上がっている。そのため第1のコーティング部の表面が、発光観測面側から見て窪んだ凹球面状をとる。第1のコーティング部が凹球面状をとることにより第2のコーティング部中の蛍光物質をより中心付近に集めることが可能となる。このような形状は、第1のコーティング部であるエポキシ樹脂の粘度及び硬化温度・時間を制御して作成することができる。これにより実質的な光路長差を少なくし、より色調むらや輝度低下の少ない発光装置とすることができる。以下、本願発明の構成部材について詳述する。

【0017】(コーティング部101、102、201、202、401、402)本願発明のコーティング部とは、LEDチップを外部環境などから保護するものである。コーティング部は、LEDチップ上に設けられるものであり少なくとも一部にLEDチップからの可視光によって励起され可視光を発光する蛍光物質を含む樹脂や硝子などである。いずれにしてもコーティング部は、LEDチップからの可視光の行路長差を低減させることによりLEDチップと蛍光物質からの可視光を十分混色などさせられるものである。特に、本願発明のコーティング部は、蛍光物質が含有された単なる層形状とし

たものよりもLEDチップから放出された光の光路長差がより少なくなるように設けられてある。また、効率よく外部に放出されるよう多層構成とさせてある。したがって、コーティング部の形状は、凸レンズ形状、種々の多層形状などが挙げられる。また、薄膜に形成されたコーティング部を接着させることによって形成させても良い。

【0018】第1のコーティング部101と、第2のコーティング部102の基材は、同じ材料を用いてもよいし、異なる材料を用いてもよい。異なる材料を用いる場合は、より外部に近い側に耐候性のある材料を用いることが好ましい。また、より内部にある材料ほど膨張の少ない材料を用いることが好ましい。このようなコーティング部を構成する具体的な基材としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂などの透光性樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、第1のコーティング部及び第2のコーティング部の厚みは、それぞれ同じでも良いし、異なっていても良い。蛍光物質としては、LEDチップからの光などを考慮して有機、無機の染料や顔料等種々のものが挙げられる。

【0019】第1及び/又は第2のコーティング部には、拡散剤、着色剤や光安定剤を含有させても良い。着色剤を含有させることによってLEDチップ及び/又は蛍光物質からの光を所望にカットするフィルター効果を持たせることができる。拡散剤を含有させることによって指向特性を所望に調節させることができる。光安定剤である紫外線吸収剤を含有させることによってコーティング部を構成する樹脂などの劣化を抑制することができる。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。光安定剤としては、ベンゾトリアゾール系、ベンゾフェノン系、サリシレート系、シアノアクリレート系、ヒンダードアミン系などが挙げられる。

【0020】また、コーティング部の主材料は、モールド部材と同じ材料を用いてもよいし、異なる部材としても良い。コーティング部を異なる部材で形成させた場合においては、LEDチップや導電性ワイヤーなどにかかる外部応力や熱応力をより緩和させることもできる。

【0021】(蛍光物質) 本願発明に用いられる蛍光物質としては、少なくとも半導体発光層から発光された可視光で励起されて可視光を発光する蛍光物質をいう。LEDチップから発光した可視光と、蛍光物質から発光する可視光が補色関係などにある場合やLEDチップからの可視光とそれによって励起され発光する蛍光物質の可視光がそれぞれ光の3原色(赤色系、緑色系、青色系)に相当する場合、LEDチップからの発光と、蛍光物質からの発光と、を混色表示させると白色系の発光色表示を行うことができる。そのため発光装置の外部には、LEDチップからの発光と蛍光物質からの発光とがコーティング部などを透過する必要がある。このような調整

は、蛍光物質と樹脂などとの比率や塗布、充填量などを種々調整する。或いは、発光素子の発光波長を種々選択することにより白色を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

【0022】さらに、第2のコーティング部内における蛍光物質の含有分布は、混色性や耐久性にも影響する。すなわち、第2のコーティング部の外部表面側からLEDチップに向かって蛍光物質の分布濃度が高い場合は、外部環境からの水分などの影響をより受けにくく水分などによる劣化を抑制しやすい。

【0023】他方、蛍光物質の含有分布をLEDチップからモールド部材表面側に向かって分布濃度が高くなると外部環境からの水分の影響を受けやすいためLEDチップからの発熱、照射強度などの影響がより少なく蛍光物質の劣化を抑制することもできる。したがって、使用環境によって種々選択することができる。このような、蛍光物質の分布は、蛍光物質を含有する基材、形成温度、粘度や蛍光物質の形状、粒度分布などを調整させることによって種々形成させることができる。

【0024】半導体発光層によって励起される蛍光物質は、無機蛍光体、有機蛍光体、蛍光染料、蛍光顔料など種々のものが挙げられる。具体的な蛍光物質としては、ペリレン系誘導体やセリウム付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット蛍光体である( $RE_{1-x}Sm_x)_3(A_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$  ( $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、但し、REは、Y, Gd, La, Lu, Scからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。)などが挙げられる。特に、蛍光物質として( $RE_{1-x}Sm_x)_3(A_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$ を用いた場合には、エネルギー・バンドギャップの大きい窒化物系化合物半導体を発光層に用いたLEDチップと接する或いは近接して配置され放射照度として( $Ee$ ) =  $3W \cdot cm^{-2}$ 以上  $10W \cdot cm^{-2}$ 以下においても高効率に十分な耐光性有する発光装置とすることができる。

【0025】( $RE_{1-x}Sm_x)_3(A_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが470nm付近などにさせることができる。また、発光ピークも530nm付近にあり720nmまで裾を引くプロードな発光スペクトルを持たせることができる。しかも、組成のA1の一部をGaで置換することで発光波長が短波長にシフトし、また組成のYの一部をGdで置換することで、発光波長が長波長へシフトする。このように組成を変化することで発光色を連続的に調節することが可能である。したがって、長波長側の強度がGdの組成比で連続的に変えられるなど窒化物半導体の青色系発光を利用して白色系発光に変換するための理想条件を備えている。

【0026】このような蛍光体は、Y, Gd, Ce, Sm, A1, La及びGaの原料として酸化物、又は高温

で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、Smの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を磷酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムなどを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空気中1350～1450°Cの温度範囲で2～5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで得ることができる。

【0027】本願発明の発光装置において、蛍光物質は、2種類以上の蛍光物質を混合させてもよい。即ち、Al、Ga、Y、La及びGdやSmの含有量が異なる2種類以上の $(RE_{1-x}Sm_x)_3(A_{1-y}Ga_y)5O_{12}$ ：Ce蛍光体を混合させてRGBの波長成分を増やすことができる。

【0028】(LEDチップ103、203、403)本願発明に用いられるLEDチップとは、蛍光物質を効率良く励起できる比較的短波長を効率よく発光可能な窒化物系化合物半導体などが好適に挙げられる。このようなLEDチップは、MOCVD法等により基板上にInGaN等の半導体を発光層として形成させることができる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0029】窒化ガリウム系化合物半導体を使用した場合、半導体基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO等の材料が用いられる。結晶性の良い窒化ガリウムを形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上にGaN、AlN等のバッファーレー層を低温で形成しその上にPN接合を有する窒化ガリウム半導体を形成させる。窒化ガリウム系半導体は、不純物をドープしない状態でN型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパンドであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドープさせる。

【0030】窒化ガリウム系化合物半導体は、P型ドーパントをドープしただけではP型化しにくいためP型ドーパント導入後に、炉による加熱、低速電子線照射やプラズマ照射等によりアニールすることでP型化させることができ。エッチングなどによりP型半導体及びN型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッ

タリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライブライ（経線）を例えば碁盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにして窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップを形成させることができる。

【0031】本願発明の発光装置において白色系を発光させる場合、蛍光物質との補色等を考慮して発光素子の主発光波長は400nm以上530nm以下が好ましく、420nm以上490nm以下がより好ましい。LEDチップと蛍光物質との効率をそれぞれより向上させるためには、450nm以上475nm以下がさらに好ましい。なお、本願発明に主として用いられるLEDチップの他、蛍光物質を励起させない或いは、励起されても蛍光物質から可視光などが実質的に発光されない光のみを発光するLEDチップと一緒に配置させることもできる。この場合、白色系と、赤色や黄色などが発光可能な発光装置とすることもできる。

【0032】(マウント・リード104)マウント・リード104は、LEDチップ103を配置させると共に蛍光物質を収容させるカップとを有することが好ましい。このようなカップを本願発明における開口部として機能させることもできる。LEDチップを複数設置しマウント・リードをLEDチップの共通電極として利用する場合においては、十分な電気伝導性とボンディングワイヤー等との接続性を有することが好ましい。

【0033】マウント・リードの具体的な電気抵抗としては $300\mu\Omega\text{cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3\mu\Omega\text{cm}$ 以下である。また、マウント・リード上に複数のLEDチップを積置する場合は、LEDチップからの発熱量が多くなるため熱伝導度がよいことが求められる。具体的には、 $0.01\text{cal}/\text{cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましくより好ましくは $0.5\text{cal}/\text{cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、メタライズパターン付きセラミック等が挙げられる。

【0034】(インナー・リード105)インナー・リード105としては、マウント・リード104上に配置されたLEDチップ103と接続された導電性ワイヤーとの接続を図るものである。マウント・リード上に複数のLEDチップを設けた場合は、各導電性ワイヤー同士が接触しないよう配置できる構成とする必要がある。具体的には、マウント・リードから離れるに従って、インナー・リードのワイヤーボンディングさせる端面の面積

を大きくすることなどによってマウント・リードからより離れたインナー・リードと接続させる導電性ワイヤーの接触を防ぐことができる。導電性ワイヤーとの接続端面の粗さは、密着性を考慮して1.6S以上10S以下が好ましい。

【0035】インナー・リードの先端部を種々の形状に形成させるためには、あらかじめリード・フレームの形状を型枠で決めて打ち抜き形成させてもよく、或いは全てのインナー・リードを形成させた後にインナー・リード上部の一部を削ることによって形成させても良い。さらには、インナー・リードを打ち抜き形成後、端面方向から加圧することにより所望の端面の面積と端面高さを同時に形成させることもできる。

【0036】インナー・リードは、導電性ワイヤーであるポンディングワイヤー等との接続性及び電気伝導性が良いことが求められる。具体的な電気抵抗としては、 $300\mu\Omega\text{cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは $3\mu\Omega\text{cm}$ 以下である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅及び銅、金、銀をメッキしたアルミニウム、鉄、銅等が挙げられる。

【0037】(電気的接続部材106) 電気的接続部材である導電性ワイヤー106などとしては、LEDチップ103の電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01\text{cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5\text{cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤーの場合、好ましくは、直径 $\Phi 10\mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45\mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップの電極と、インナー・リード及びマウント・リードなどと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0038】(モールド部材107) モールド部材107は、発光装置の使用用途に応じてLEDチップ103、導電性ワイヤー106、蛍光物質が含有されたコーティング部102などを外部から保護するために好適に設けることができる。モールド部材107は、各種樹脂や硝子などを用いて形成させることができる。モールド部材を所望の形状にすることによってLEDチップからの発光を集束させたり拡散させたりするレンズ効果を持たせることができる。従って、モールド部材は複数積層した構造としてもよい。具体的には、凸レンズ形状、凹レンズ形状さらには、発光観測面から見て橢円形状や円形などそれらを複数組み合わせた物などが挙げられる。また、LEDチップからの光を集光させレンズ形状を探る場合においては、発光観測面側から見て発光面が拡大されるため光源の色調むらが特に顕著に現れる。従つ

て、本願発明の色むら抑制の効果が特に大きくなるものである。

【0039】モールド部材の具体的材料としては、主としてエポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコーンなどの耐候性に優れた透光性樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、モールド部材に拡散剤を含有させることによってLEDチップからの指向性を緩和させ視野角を増やすこともできる。拡散剤の具体的材料としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。さらに、モールド部材とコーティング部とを異なる部材で形成させても良い。また、屈折率を考慮してモールド部材とコーティング部とを同じ部材を用いて形成させることもできる。

【0040】(基板404) LEDチップ403が多数配置される高精細、高視野角及び小型薄型LED表示器用の基板403としては、LEDチップ403及び電気的接続部材などと蛍光物質を含有させる複数の凹状開口部を設けた導体配線層を有するものが好適に挙げられる。このような基板においては、複数のLEDチップを直接同一基板上に高密度実装するとLEDチップからの放熱量が多くなる。LEDチップからの熱を十分放熱できず、また蛍光物質を樹脂中に均一に分散させなければコーティング部の部分的な亀裂や着色などの劣化を生じさせる場合もある。

【0041】したがって、凹状開口部を設けた導体配線層を有する基板としては、放熱性の優れ蛍光物質を含有させたコーティング部などとの密着性が良いことが望まれる。このような凹状開口部を有する配線基板材料としては、セラミックス基板、金属をベースにし絶縁層を介して導体配線層を有する金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂基板が好適に挙げられる。これらの基板は、凹状開口部と配線部層とを一体的に形成することが可能である。セラミックス基板では孔開き基板の積層、金属基板ではプレス加工、有機樹脂基板では樹脂成型により凹状開口部と配線部が一体化したLED表示器を簡易に形成させることができる。

【0042】特に、放熱性や耐候性の点においてアルミナを主としたセラミックス基板がより好ましい。具体的には、原料粉末の90~96重量%がアルミナであり、焼結助剤として粘度、タルク、マグネシア、カルシア及びシリカ等が4~10重量%添加され1500から1700°Cの温度範囲で焼結させたセラミックス基板、や原料粉末の40~60重量%がアルミナで焼結助剤として60~40重量%の硼珪酸硝子、コーチュライト、フォルステライト、ムライトなどが添加され800~1200°Cの温度範囲で焼結させたセラミックス基板等である。

【0043】このような基板は、焼成前のグリーンシート段階で種々の形状をとることができる。配線は、タンクステンやモリブデンなど高融点金属を樹脂バインダー

に含有させたものを配線パターンとして、グリーンシート上などで所望の形状にスクリーン印刷などさせることによって構成させることができる。また、開口したグリーンシートを多層に張り合わせることなどによりLEDチップや蛍光物質を含有させる開口部をも自由に形成させることができる。したがって、円筒状や孔径の異なるグリーンシートを積層することで階段状の開口部側壁などを形成することも可能である。このようなグリーンシートを焼結させることによってセラミックス基板が得られる。また、それぞれを焼結させた後、接着させて用いてもよい。

【0044】また、最表面のグリーンシートには、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ などをグリーンシート自体に含有させることによって形成された基板表面だけを暗色系にさせることができる。このような最表面を持った基板は、コントラストが向上しLEDチップや蛍光物質の発光をより目立たせることにもなる。開口部に向かって広がった側壁は、更なる反射率を向上させることができる。凹状開口部の側壁形状は、LEDチップからの発光の損失を避けるために光学的に反射に適した直線上のテーパー角ないしは曲面、又は階段状が挙げられる。また、凹状開口部の深さは第1のコーティング部となるスリラーや第2のコーティング部となる蛍光物質を分散したスラリーが流れ出るのを防止すると共に、LEDチップからの直射光を遮蔽しない範囲での角度により決められる。したがって、凹状開口部の深さは、0.3mm以上が好ましく、0.5mm以上2.0mm以内がより好ましい。

【0045】基板の凹状開口部は、LEDチップ、電気的接続部材や第1及び第2のコーティング部などを内部に配置させるものである。したがって、LEDチップをダイボンド機器などで直接積載などすると共にLEDチップとの電気的接続をワイヤーボンディングなどで採れるだけの十分な大きさがあれば良い。凹状開口部は、所望に応じて複数設けることができ、16×16や24×24のドットマトリックスや直線状など種々選択させることができる。凹状開口部のドットピッチが4mm以下の高細密の場合には、砲弾型発光ダイオードランプを搭載する場合と比較して大幅にドットピッチが縮小したものとすることができます。また、このような基板を用いたLED表示器は、LEDチップからの放熱性に関連する種々の問題を解決できる高密度LEDディスプレイ装置とすることができます。LEDチップと基板底部との接着は熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、フェースダウンLEDチップなどにより基板に設けられた配線と接着させると共に電気的に接続させるためにはAgペースト、ITOペースト、カーボンペースト、金属バンプ等を用いることができる。

【0046】また、基板上に形成された配線には、導電

率、LEDチップや蛍光物質が配される基板底部の反射率などを向上させるために銀、金、銅、白金、パラジウムやこれらの合金を蒸着やメッキ処理などを施して形成させることもできる。

【0047】(LED表示装置) 本願発明の発光装置を用いたLED表示器の一例を示す。本願発明においては、白色系発光装置のみを用い白黒用のLED表示装置とすることもできる。白黒用のLED表示器は、本願発明の発光装置である発光ダイオードをマトリックス状などに配置したものや所望に応じて配置された複数の凹部を有する基板上にLEDチップ及びコーティング部を有する構成ができる。各LEDチップを駆動させる駆動回路とLED表示器とは、電気的に接続される。駆動回路からの出力パルスによって種々の画像が表示可能なディスプレイ等とすることができる。駆動回路としては、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)と、RAMに記憶されるデータからLED表示器を所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と、階調制御回路の出力信号でスイッチングされて、発光装置を点灯させるドライバーとを備える。階調制御回路は、RAMに記憶されるデータから発光装置の点灯時間を演算してパルス信号を出力する。

【0048】このような、白黒用のLED表示器はRGBのフルカラー表示器と異なり当然回路構成を簡略化できると共に高精細化できる。そのため、RGBの発光装置の特性に伴う色むらなどのないディスプレイとすることができる。また、消費電力を3分の1程度に低減させることができるため電池電源との接続の場合は、使用時間を延ばすことができる。さらに、従来の赤色、緑色のみを用いたLED表示器に比べ人間に対する刺激が少なく長時間の使用に適している。以下、本願発明の実施例について説明するが、本願発明は具体的実施例のみに限定されるものではないことは言うまでもない。

【0049】

【実施例】

(実施例1) 主発光ピークが460nmの $\text{In}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{N}$ 半導体を発光層としたLEDチップを用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイア基板上にTMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとして $\text{SiH}_4$ と $\text{Cp}_2\text{Mg}$ と、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム系半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム系半導体とした。サファイア基板上には、バッファー層であるGaNを介して第1のコンタクト層であるN型導電性を有するGaN、発光層である $\text{InGaN}$ 、第1のクラッド層であるP型導電性を有する $\text{AlGaN}$ 、第2のコンタクト層であるP

型導電性を有するGaNをそれぞれ形成させてある。(なお、P型半導体は、成膜後400°C以上でアニールさせてある。また、発光層の厚みは、量子効果が生ずる程度の3nmとしてある。)

【0050】エッチングによりPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリング法により各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子として350μm角のLEDチップを形成させた。

【0051】一方、銀メッキした銅製リードフレームを打ち抜きにより形成させた。形成されたリードフレームは、マウント・リードの先端にカップを有する。カップには、LEDチップをAgが含有されたエポキシ樹脂でダイボンディングした。LEDチップの各電極とマウント・リード及びインナー・リードと、をそれぞれ金線でワイヤーボンディングし電気的導通を取った。LEDチップ上にシリコーンゴムをLEDチップが積置されたカップ上に注入した。注入後、125°C約1時間で硬化させ第1のコーティング部を形成させた。

【0052】蛍光物質は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を蔥酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムと混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空気中1400°Cの温度で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。

【0053】形成された $(Y_{0.4}Gd_{0.6})_3A_15O_{12}$ ：Ce蛍光体40重量部、エポキシ樹脂100重量部をよく混合してスラリーとさせた。このスラリーをマウント・リードのカップ内である第1のコーティング部上に注入させた。注入後、蛍光物質が含有された樹脂を130°C約1時間で硬化させた。こうして図5(B)の如く、第1のコーティング部上に厚さ約0.4mmの蛍光物質が含有された第2のコーティング部が形成させた。さらに、LEDチップや蛍光物質を外部応力、水分及び塵芥などから保護する目的でモールド部材として透光性エポキシ樹脂を形成させた。モールド部材は、砲弾型の型枠の中に蛍光物質のコーティング部が形成されたリードフレームを挿入し透光性エポキシ樹脂を混入後、150°C5時間にて硬化させた。こうして図1の如き発光装置である発光ダイオードを形成させた。

【0054】こうして得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの正面から色温度、演色性をそれぞれ測定した。色温度8080K、Ra(演色性指数)=87.4を示した。さらに、測定点を0度から180度まで45度づつ発光装置の中心上を通るように移動させ各地点における色度点を測定した。また、If=60mA、Ta=25°Cでの寿命試験を行った。

【0055】(比較例1) 第1のコーティング部を形成

させず、第2のコーティング部のみを用いてコーティング部を形成した以外は、実施例1と同様にして窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップが配置されたカップ内のみに蛍光物質として $(Y_{0.4}Gd_{0.6})_3A_15O_{12}$ ：Ce蛍光体含有樹脂を注入し硬化させた。こうして形成された発光ダイオードの色度点及び寿命試験結果を実施例1と同様に測定した。測定結果を実施例1と共に図6及び図7に示す。図7においては、実施例1を基準にして表してある。

【0056】(実施例2) ドットマトリクス状に凹状開口部を有する配線基板としてセラミックス基板を使用した。凹状開口部はセラミックス基板製造時に配線層のない孔開きグリーンシートを積層することで形成させた。16×16ドットマトリクスの凹状開口部のドットピッチを3.0mm、開口部径を2.0mmφ、開口部深さを0.8mmとした。全長は48mm角の基板とした。配線層は、タンクステン含有バインダーを所望の形状にスクリーン印刷させることにより形成させた。各グリーンシートは、重ね合わせて形成させてある。なお、表面層にあたるグリーンシートには、基板のコントラスト向上のために酸化クロムを含有させてある。これを焼結させることによってセラミックス基板を構成させた。配線層はドットマトリクスに対応したコモン、信号線を敷設し表面はNi/Agメッキを施している。セラミックス基板からの信号線の取り出しあは、金属コバルトによる接続ピンを銀ロウ接続により形成した。なお、階段状の開口部径は、下層は1.7mmφ、上層部開口部径は2.3mmφである。

【0057】一方、半導体発光素子であるLEDチップとして、主発光ピークが450nmのIn<sub>0.05</sub>Ga<sub>0.95</sub>N半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとしてSiH<sub>4</sub>とCp<sub>2</sub>Mgと、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成しPN接合を形成させた。(なお、P型半導体は、成膜後400°C以上でアニールさせてある。)

【0058】エッチングによりPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリング法により各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子としてLEDチップを形成させた。この青色系が発光可能なLEDチップをエポキシ樹脂で基板開口部内の所定の場所にダイボンディング後、熱硬化により固定させた。その後25μmの金線をLEDチップの各電極と、基板上の配線とにワイヤーボンディングさせることにより電気的接続をとった。凹部内の下段には、第1のコ

ティング部としてシリコーン樹脂を注入させ130°C1時間で硬化させた。第1のコーティング部の厚みは略0.4mmであった。

【0059】また、蛍光物質は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を磷酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムと、を混合させ混合原料を得る。これにフランクスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空気中1400°Cの温度で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。形成された(Y<sub>0.5</sub>Gd<sub>0.5</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce蛍光物質10重量部、シリコーン樹脂90重量部をよく混合してスラリーとさせた。このスラリーを第1のコーティング部上の上段である凹状開口部内にそれぞれ注入させた。注入後、蛍光物質が含有された樹脂を130°C1時間で硬化させLED表示器を形成させた。第2のコーティング部の厚みは0.4mmであった。また、この時のLED表示器の厚みはセラミックス基板の厚み2.0mmしかなく、砲弾型LEDランプ使用のディスプレイ装置と比較して大幅な薄型化が可能であった。

【0060】このLED表示器と、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)及びRAMに記憶されるデータから発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と階調制御回路の出力信号でスイッチングされて発光ダイオードを点灯させるドライバーとを備えたCPUの駆動手段と、を電気的に接続させてLED表示装置を構成した。LED表示器近傍においても各開口部における色調むらは確認されなかった。

#### 【0061】

【発明の効果】本願発明の請求項1に記載の構成とすることにより、発光装置とすることによって、高視野角においても混色に伴う色調むらが少なく、信頼性が高い発光装置とことができる。

【0062】本願発明の請求項2記載の構成とすることによって、より高輝度に信頼性の高い発光装置とすることができます。

【0063】本願発明の請求項3記載の構成とすることによって、より混色に伴う色調むらが少ない発光装置と

することができる。

【0064】本願発明の請求項4記載の構成とすることによって、より安定した色調を有する発光装置とすることができます。

【0065】本願発明の請求項5記載の構成とすることによって、より高細密且つ薄膜に形成可能であると共に安定して発光可能な発光装置とすることができます。

【0066】本願発明の請求項6記載の構成とすることによって、高細密且つ薄膜に形成可能なLED表示器とすることができます。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本願発明の発光装置を示した概略断面図である。

【図2】図2は、本願発明の別の発光装置を示した概略断面図である。

【図3】図3は、本願発明の発光装置を応用したLED表示器の概略模式図である。

【図4】図4は、図3のA-A断面における部分的な模式的断面図である。

【図5】図5は、本願発明の作用を説明するための模式的断面図であり、図5(A)は、比較のために示した発光装置の断面図であり、図5(B)は、本願発明の模式的断面図である。

【図6】図6は、実施例1と比較例1の色調むらを表す図面であって、図6(A)が実施例1の色度座標を示し、図6(B)が比較例1の色度座標を示す。

【図7】図7は、実施例1と比較例1の寿命試験結果を表すグラフであって、実線が実施例1であり、破線が比較例1を示す。

#### 【符合の説明】

101、201、401… 第1のコーティング部

102、202、402… 第2のコーティング部

103、203、403… LEDチップ

104… マウント・リード

105… インナー・リード

106、206… 電気的接続部材

107… モールド部材

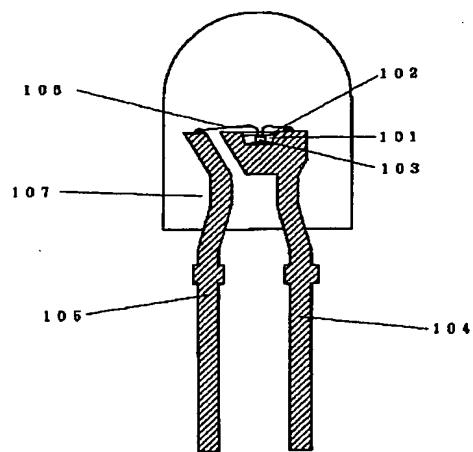
204… 外部電極

207… パッケージ

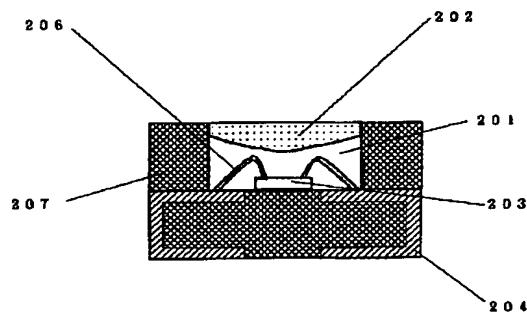
404… 基板

405… 導体配線

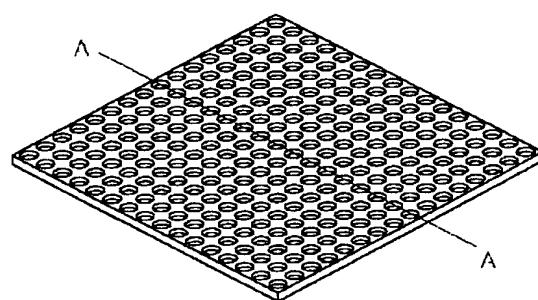
【図1】



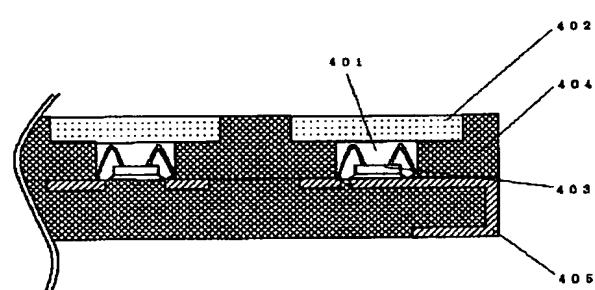
【図2】



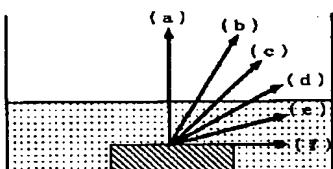
【図3】



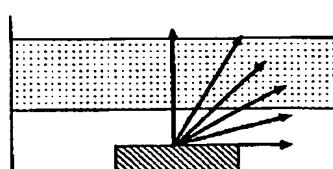
【図4】



【図5】

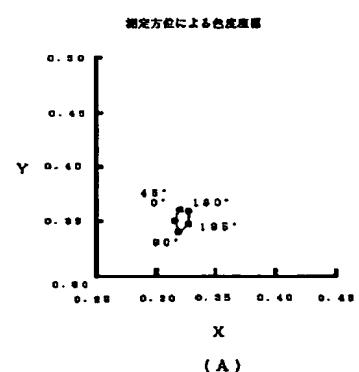


(A)

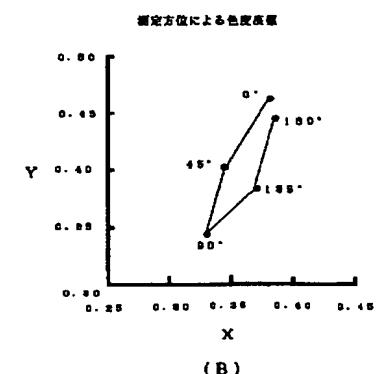


(B)

【図6】

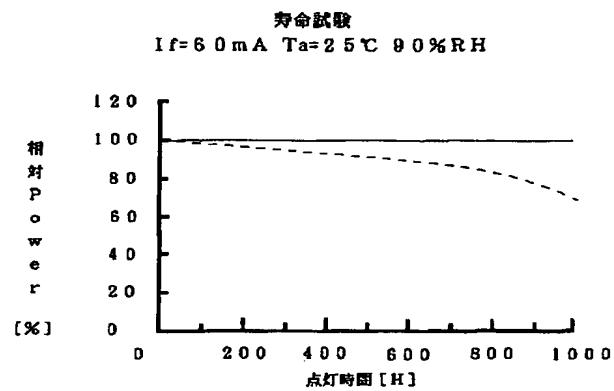


(A)



(B)

【図7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 竹内 勇人  
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化  
学工業株式会社内

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-040858  
(43)Date of publication of application : 12 02 1999

(51)Int.Cl. H01L 33/00  
G09F 9/33

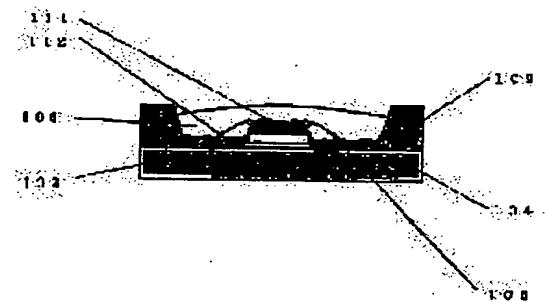
(21)Application number : 09-192779 (71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD  
(22)Date of filing : 17.07.1997 (72)Inventor : SHIMIZU YOSHINORI

(54) LIGHT-EMITTING DIODE AND ITS FORMING METHOD

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a light-emitting diode having a particulate fluorescent substance which emits light by transforming the light emitted by an LED chip and having a reduced irregularity of color tone in all the directions.

**SOLUTION:** This light-emitting diode has an LED chip 103 arranged on a supporting member, a particulate fluorescent substance which absorbs at least a part of light emitted by the LED chip and emits light by transforming wavelength, and a light-emitting diode. Especially, the thickness of a coating part 111, having the particulate fluorescent substance and arranged on the LED chip 103, and the thickness of a coating part 112, having the particulate fluorescent substance and arranged on the supporting member other than the LED chip 103, are almost equal for this light-emitting diode.



#### **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 15.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.01.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patient number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2002-01610

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 06.02.2003

[Rate of extinction: 5.14%]

Copyright (C) 1998-2003 Japan Patent Office.

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] Light emitting diode which the thickness of the coating section and \*\* which have the particle-like fluorescent substance arranged on the thickness of the coating section which has the particle-like fluorescent substance which is characterized by providing the following, and which is light emitting diode and has been arranged on the aforementioned Light Emitting Diode chip, and base materials other than on [ aforementioned ] a Light Emitting Diode chip are in abbreviation etc. by carrying out, and is characterized by things. The Light Emitting Diode chip arranged on a base material. The particle-like fluorescent substance which absorbs a part of luminescence [ at least ] from this Light Emitting Diode chip, carries out wavelength conversion and emits light.

[Claim 2] The aforementioned coating section is light emitting diode according to claim 1 which consists of an oxide which has one sort of Si, aluminum, Ga, Ti, germanium, P, B, and an alkaline-earth element, or two sorts or more at least with a particle-like fluorescent substance.

[Claim 3] Light emitting diode according to claim 1 which the luminous layer of the aforementioned Light Emitting Diode chip is a nitride system compound semiconductor, and is the yttrium aluminum garnet system fluorescent substance by which the aforementioned particle-like fluorescent substance was activated with the cerium.

[Claim 4] Light emitting diode according to claim 3 with the main luminescence wavelength of the aforementioned particle-like fluorescent substance longer than the main luminescence peak of the aforementioned Light Emitting Diode chip whose main luminescence peak of the aforementioned Light Emitting Diode chip is 400nm to 530nm.

[Claim 5] Light emitting diode according to claim 1 whose aforementioned particle-like fluorescent substance the luminous layer of the aforementioned Light Emitting Diode chip is a nitride system compound semiconductor, and is  $3(Re_{1-x}Sm_x)$  (aluminum $1-y$ Gay)5O $12$ :Ce. However,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ , and Re are a kind of elements chosen from Y, Gd, and La at least.

[Claim 6] The formation method of the light emitting diode characterized by making the coating section which contains a particle-like fluorescent substance on the aforementioned Light Emitting Diode chip by sedimentation of the particle-like fluorescent substance which is the formation method of the light emitting diode which has a Light Emitting Diode chip and the fluorescent substance which absorbs a part of luminescence [ at least ] from this Light Emitting Diode chip, carries out wavelength conversion and emits light, and was distributed in a gaseous phase or the liquid phase form.

[Translation done.]

## \* NOTICES.\*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the light emitting diode which has improved a luminescence direction, color ton nonuniformity, and mass-production nature, and its formation method in the light emitting diode which carries out wavelength conversion especially of the luminescence from a light emitting device, and has the fluorescent substance which can emit light with respect to the luminescence equipment used for a Light Emitting Diode display, the back light light source, a signal, an illumination formula switch, various sensors, various indicators, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The light emitting diode (hereafter referred to also as Light Emitting Diode.) which is luminescence equipment is small, and efficiency carries out luminescence of a good vivid color. Moreover, since it is a semiconductor device, there are no worries about a sphere piece etc. It excels in a drive property and has the feature that it is strong to the repeat of vibration or ON/OFF lighting. Therefore, it is used as various indicators or the various light sources. However, although Light Emitting Diode has the outstanding monochromatic peak wavelength therefore, it cannot emit light in luminescence wavelength, such as a white system.

[0003] Then, these people developed the light emitting diode which was made to carry out color conversion of the luminescence from blue light emitting diode with blue light emitting diode and a fluorescent substance, and was indicated by JP,5-152609,A, JP,7-99345,A, etc. as light emitting diode to which other colors etc. can emit light. Other luminescent color, such as a white system and green using the blue Light Emitting Diode chip, can be made to emit light by such light emitting diodes using one kind of Light Emitting Diode chip.

[0004] Specifically, the Light Emitting Diode chip with which a blue system can emit light is arranged on the cup in which it was prepared at the nose of cam of a leadframe etc. A Light Emitting Diode chip is electrically connected to the metal post in which the Light Emitting Diode chip was formed, respectively, and the resin mould which covers a Light Emitting Diode chip — a member — absorb the light from a Light Emitting Diode chip to inside etc., the fluorescent substance which carries out wavelength conversion is made to contain in it, and it is made to have formed in it A white system can be made to emit light using color mixture by choosing the light emitting diode of a blue system, the fluorescent substance which absorbs the luminescence and emits light in a yellow system. This can use sufficient brightness as white system light emitting diode which emits light.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, this light emitting diode is hard to tend be formed in the color as a request. When light emitting diode is made to mass-produce, it is that each light emitting diode makes it form in the chromaticity range of desired, respectively in the inclination for the yield to fall difficultly. Moreover, there is a problem of producing an irregular color slightly in the luminescence observation side of light emitting diode.

[0006] The core where it saw from the luminescence observation side side, and the Light Emitting Diode chip which is a light emitting device has specifically been arranged may be seen in the direction of blue \*\*\*\* and its circumference, and yellow, green, and a red \*\*\*\* portion may be seen in the shape of a ring. Human being's color tone feeling is especially sensitive, and is sensitive. therefore — few color tone differences — \*\*\*\*\*, green \*\*\*\*\*, and yellow — it senses as sexy white etc.

[0007] The irregular color produced by facing such a luminescence observation side squarely also becomes producing the irregular color in the screen when it not being not only desirable on quality, but using for display, and the error in precision mechanical equipments, such as a photosensor. Furthermore, there is an inclination for the brightness of light emitting diode to fall in use of a high brightness long time as severer conditions. this invention solves the above-mentioned trouble, and has very little variation for every color tone unevenness in a luminescence observation side, or light emitting diode, and it is in making the good light emitting diode of mass-production nature form.

[0008]

[Means for Solving the Problem] this invention is light emitting diode which has the Light Emitting Diode chip arranged on a base material, and the particle-like fluorescent substance which absorbs a part of luminescence [ at least ] from a Light Emitting Diode chip, carries out wavelength conversion and emits light. The thicknesses of the coating section and \*\* which have especially the particle-like fluorescent substance arranged in the thicknesses of the coating section which has the particle-like fluorescent substance arranged on a Light Emitting Diode chip in this invention, and base materials other than on a Light Emitting Diode chip are in abbreviation etc. by carrying out, and are light emitting diodes.

[0009] Moreover, the light emitting diode of this invention according to claim 2 is light emitting diode which consists of an oxid with which the coating section has one sort of Si, aluminum, Ga, Ti, germanium, P, B, and an alkaline earth element.

or two sorts or more at least with a particle-like fluorescent substance.

[0010] The luminous layer of a Light Emitting Diode chip is a nitride system compound semiconductor, and the light emitting diode of this invention according to claim 3 is the yttrium aluminum garnet system fluorescent substance by which the particle-like fluorescent substance was activated with the cerium.

[0011] The main luminescence peak of a Light Emitting Diode chip is 400nm to 530nm, and the light emitting diode of this invention according to claim 4 is light emitting diode with the main luminescence wavelength of a particle-like fluorescent substance longer than the main luminescence peak of a Light Emitting Diode chip.

[0012] The luminous layer of a Light Emitting Diode chip is a nitride system compound semiconductor, and the particle-like fluorescent substance of the light emitting diode of this invention according to claim 5 is  $3(Re_{1-x}Sm_x)(Al_{1-y}Ga_y)5O_{12}:Ce$ . (However,  $0 \leq x < 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ , and Re are a kind of elements chosen from Y, Gd, and La at least.) The formation method of this invention according to claim 6 is the formation method of the light emitting diode which has a Light Emitting Diode chip and the fluorescent substance which absorbs a part of luminescence [at least] from a Light Emitting Diode chip, carries out wavelength conversion and emits light. It is the formation method of the light emitting diode which makes the coating section containing a particle-like fluorescent substance form on a Light Emitting Diode chip by sedimentation of the particle-like fluorescent substance especially distributed in a gaseous phase or the liquid phase.

[0013]

[Function] any on the base by which the Light Emitting Diode chip on a Light Emitting Diode chip has been arranged for the thickness of the coating section in which the particle-like fluorescent substance contained this invention — also setting — abbreviation — it is equal The luminescence property that the optical-path-length difference of the light emitted from the Light Emitting Diode chip is comparatively equal, and uniform can be acquired. Moreover, it can carry out by there being very little irregular color in a luminescence side and variation for every light emitting diode. Furthermore, a lot of light emitting diode can be made to form with sufficient mass-production nature at once by carrying out the sedimentation deposition of the particle-like fluorescent substance on the package by which two or more Light Emitting Diode chips have been arranged. Even if the amount of the particle-like fluorescent substance arranged on Light Emitting Diode is very little, the amount (thickness of the coating section) of a particle-like fluorescent substance can be made to control equally. Therefore, light emitting diode with more little variation can be made to form.

[0014] The coating section binds a particle-like fluorescent substance with the inorganic substance which is an oxid which has one sort of Si, aluminum, Ga, Ti, germanium, P, B, and an alkaline-earth element, or two sorts or more. Even when this irradiates a comparatively high energy light from a Light Emitting Diode chip with high density, it is lost that the coating section carries out coloring degradation. Therefore, it can consider as the light emitting diode to which brightness does not fall even if it makes quantity brightness emit light for a long time.

[0015]

[Embodiments of the Invention] As a result of various experiments, by making the particle-like fluorescent substance arranged on a Light Emitting Diode chip, and the particle-like fluorescent substance arranged on the other base material distribute equally [abbreviation], this invention person finds out that the variation for every color tone unevenness in a luminescence observation side or luminescence equipment is improvable, and came to accomplish this invention.

[0016] It is thought that the variation for every color tone unevenness in a luminescence observation side or light emitting diode is produced when the inclination in a flat-surface distribution of the particle-like fluorescent substance contained in the coating section at the time of coating section formation arises. That is, the coating section can be arranged on a desired cup by making the resin which made the particle-like fluorescent substance contain breathe out from the pipe like a previous narrow nozzle.

[0017] However, it is very difficult on a Light Emitting Diode chip equivalent homogeneity and to make it apply at high speed in the particle-like fluorescent substance contained in the binder. Moreover, the configuration of the coating section finally formed is not fixed with the surface tension on the front face of a package which touches the viscosity of a binder, and the coating section. The thickness (amount of a particle-like fluorescent substance) of the coating section diffuses partially, and the quantity of light from a Light Emitting Diode chip differs from the quantity of light from a particle-like fluorescent substance partially.

[0018] Therefore, on a luminescence observation side, the luminescent color from a Light Emitting Diode chip becomes strong partially, or the luminescent color from a fluorescent substance becomes strong, and color tone unevenness arises. Moreover, it is thought that the variation for every light emitting diode arises. Color tone unevenness, directivity, etc. can be made to improve in this invention, when the particle-like fluorescent substance formed a Light Emitting Diode chip top in addition to it makes it arrange uniformly. Hereafter, the composition member of this invention is explained in full detail.

[0019] (Coating sections 111 and 112) The coating sections 111 and 112 used for this invention are resins, glass, etc. which bind the particle-like fluorescent substance and particle-like fluorescent substance which a mould member is independently prepared in the cup of a mounting lead, and opening of a package etc., and change luminescence of the Light Emitting Diode chip 103. the thickness of the coating section 111 by which the coating sections 111 and 112 of this invention were formed on the Light Emitting Diode chip 103, and the thickness of the coating section 112 prepared on base materials other than a Light Emitting Diode chip — abbreviation — it is equal Abbreviation etc. can make the thickness of the coating section 111 prepared on the Light Emitting Diode chip 103, and the coating section 112 prepared in the opening front face of a package used as a base material spread and form comparatively simply by making the particle-like fluorescent substance distributed in a gaseous phase or the liquid phase put, and sedimenting.

[0020] In the coating section, since reflection is also carried out, the high-energy light emitted from a Light Emitting Diode chip from a cup etc. becomes high density. Furthermore, also with a particle-like fluorescent substance, reflective

dispersion may be carried out and the coating section may be exposed to a high-density high-energy light. Therefore, when luminescence intensity uses the powerful nitride system semiconductor with which high-energy light can emit light as a Light Emitting Diode chip, it is desirable to use as a binder one sort or the oxide which it has two or more sorts of Si, aluminum, Ga, Ti, germanium, P and B which have lightfastness to those high-energy light, and alkaline earth metal.

[0021] As one of the concrete main material of the coating section, the thing which made translucency inorganic members, such as SiO<sub>2</sub>, aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and MSiO<sub>3</sub> (Zn, calcium, Mg, Ba, Sr, etc. are mentioned in addition as M.), contain a particle-like fluorescent substance is used suitably. A particle-like fluorescent substance is bound by these translucency inorganic members, and it deposits on a Light Emitting Diode chip or a base material in layers. In addition, you may make the coating section contain an ultraviolet ray absorbent with a particle-like fluorescent substance.

[0022] Such the coating sections 111 and 121 often mix the particle-like fluorescent substance and binder used as the material of the coating sections 111 and 121, and are sprayed from the nozzle of the eccentric means 201 in a container 202. In the container 202, the package 105 which has a Light Emitting Diode chip is arranged. The material which blew off from the nozzle accumulates in a container 202 as suspension. If the container 202 is put, a fluorescent substance particle will sediment and the fluorescent substance film 204 will be formed in the bottom of a container 202, warming emitted from a dryer 205 after discharging supernatant liquor — air is sprayed and it is made to dry. Then, it can consider as the light emitting diode which has a particle-like fluorescent substance by taking out each package 105.

[0023] (Particle-like fluorescent substance) The particle-like fluorescent substance which is excited as a fluorescent substance used for this invention with the light which emitted light from the semiconductor luminous layer of the Light Emitting Diode chip 103 at least, and emits light is said. When the light in which the Light Emitting Diode chip 103 emitted light, and the light in which the particle-like fluorescent substance emitted light have a complementary color relation — i.e., light can be emitted in white by carrying out color mixture of each light. A blue light in which the case where the light from the Light Emitting Diode chip 103 and the light of the particle-like fluorescent substance which is excited by it and emits light are specifically equivalent to the three primary colors (a red system, a green system, blue system) of light, respectively, and the Light Emitting Diode chip 103 emitted light, and the light of the yellow of the particle-like fluorescent substance which is excited by it and emits light are mentioned.

[0024] inorganic [such as various resins which the luminescent color of light emitting diode commits as a binder of a particle-like fluorescent substance and a particle-like fluorescent substance, and glass,] — the color tone of arbitrary white systems, such as an electric bulb color, can be made to offer by choosing the luminescence wavelength of adjusting various a ratio with a member etc., settling times of a particle-like fluorescent substance, configurations of a particle-like fluorescent substance, etc., and a Light Emitting Diode chip. In the exterior of light emitting diode, it is desirable that the light from a Light Emitting Diode chip and the light from a fluorescent substance penetrate a mould member efficiently.

[0025] The yttrium aluminum garnet system fluorescent substance activated with the sulfuration cadmium zinc activated with copper or the cerium as a concrete particle-like fluorescent substance is mentioned. Especially, 3(Re<sub>1-x</sub>Sm<sub>x</sub>)(aluminum<sub>1-y</sub>Gay)5O<sub>12</sub>:Ce (0<=x<1, 0<=y<1, however Re are a kind of elements chosen from the group which consists of Y, Gd, and La at least.) etc. is desirable at the time of high brightness and prolonged use. When 3(aluminum<sub>1-y</sub>Gay)5O<sub>12</sub>:Ce is used especially (Re<sub>1-x</sub>Sm<sub>x</sub>) as a particle-like fluorescent substance, or it touches a Light Emitting Diode chip, it can consider as the light emitting diode which approaches, is arranged and has lightfastness sufficient efficient also in — two or less — two or more (Ee) =3 W-cm<sup>10</sup> W-cm as irradiance.

[0026] (Re<sub>1-x</sub>Sm<sub>x</sub>) A 3(aluminum<sub>1-y</sub>Gay)5O<sub>12</sub>:Ce fluorescent substance can be strong for heat, light, and moisture, and the peak of an excitation spectrum can make it carry out near 470nm etc. for garnet structure. Moreover, the broadcloth emission spectrum to which a luminescence peak is also near 530nm and lengthens the skirt to 720nm can be given. And luminescence wavelength shifts to long wavelength in luminescence wavelength shifting to short wavelength in replacing a part of aluminum of composition by Ga, and replacing a part of Y of composition by Gd. Thus, it is possible to adjust the luminescent color continuously by changing composition. Therefore, it has the ideal conditions for the intensity by the side of long wavelength changing into white system luminescence by the composition ratio of Gd using blue system luminescence of a nitride semiconductor, such as being changed continuously.

[0027] An oxide or the compound which turns into an oxide easily at an elevated temperature is used for such a fluorescent substance as a raw material of Y, Gd, Ce, Sm, aluminum, La, and Ga, it fully mixes them by the stoichiometry, and obtains a raw material. Or the coprecipitation oxide which calcinates what coprecipitated the solution which dissolved the rare earth elements of Y, Gd, Ce, and Sm in the acid by the stoichiometry with oxalic acid, and is obtained, and an aluminum oxide and an oxidization gallium are mixed, and a mixed raw material is obtained. Proper quantity mixture of the fluorides, such as an ammonium fluoride, is carried out as flux at this, a crucible is stuffed, it calcinates by the temperature requirement of 1350—1450 degree in air C for 2 to 5 hours, and a burned product is obtained. Next, a desired particle-like fluorescent substance can be obtained by carrying out the ball mill of the burned product underwater, and letting a screen pass at washing, separation, dryness, and the last.

[0028] In the light emitting diode of this invention, a particle-like fluorescent substance may mix two or more kinds of particle-like fluorescent substances. That is, two or more kinds of 3(Re<sub>1-x</sub>Sm<sub>x</sub>)(aluminum<sub>1-y</sub>Gay)5O<sub>12</sub>:Ce fluorescent substances with which the contents of aluminum, Ga, Y, La and Gd, or Sm differ can be mixed, and the wavelength component of RGB can be increased. Moreover, since there are some which variation produces on the luminescence wavelength of a semiconductor light emitting device, mixed adjustment of two or more kinds of fluorescent substances can be carried out, and the desired white light can be acquired. The arbitrary points on the chromaticity diagram connected with a light emitting device between the fluorescent substances can be made to emit light by making the amount of the fluorescent substances with which chromaticity points differ according to the luminescence wavelength of a light emitting device specifically adjust and contain.

[0029] It can be made to be able to distribute in a gaseous phase or the liquid phase, and such a particle-like fluorescent substance can be made to emit uniformly. The particle-like fluorescent substance in the inside of a gaseous phase or the liquid phase sediments with a self-weight. The layer which has a homogeneous high particle-like fluorescent substance more can be made to form by making suspension put especially into the liquid phase. The desired amount of particle-like fluorescent substances can be formed by repeating two or more times according to a request.

[0030] (Light Emitting Diode chip 103) The Light Emitting Diode chip 103 used for this invention can excite a particle-like fluorescent substance. The Light Emitting Diode chip 103 which is a light emitting device makes semiconductors, such as GaAs, InP, GaAlAs, InGaAlP, InN, AlN and GaN, InGaN, AlGaN, and InGaAlN, form as a luminous layer on a substrate by the MOCVD method etc. As structure of a semiconductor, the thing of terrorism composition is mentioned to the gallium structure, hetero structure, or double which has MIS junction, PIN junction, a PN junction, etc. Various luminescence wavelength can be chosen with the material and its degree of mixed crystal of a semiconductor layer. Moreover, it can also consider as the single quantum well structure and multiplex quantum well structure where the semiconductor barrier layer was made to form in the thin film which the quantum effect produces. Preferably, it is the efficient nitride system compound semiconductor (a general formula  $In_iGa_jAl_kN$  however  $0 \leq i, 0 \leq j, 0 \leq k, i+j+k=1$ ) which can emit light about the comparison-short wavelength which can excite a particle-like fluorescent substance efficiently.

[0031] When a gallium-nitride system compound semiconductor is used, material, such as a sapphire, a spinel, and SiC, Si, ZnO, GaN, is suitably used for a semiconductor substrate. In order to make a crystalline good gallium nitride form, it is more desirable to use a sapphire substrate. When growing up a semiconductor film on a sapphire substrate, it is desirable to form buffer layers, such as GaN and AlN, and to make the gallium-nitride semiconductor which has a PN junction form on it. Moreover, the GaN single crystal itself which carried out the selective growth on silicon on sapphire, having used [itself] SiO<sub>2</sub> as the mask can also be used as a substrate. In this case, a light emitting device and silicon on sapphire can also be made to separate by carrying out etching removal of the each semiconductor layer formation-back SiO<sub>2</sub>. A gallium-nitride system compound semiconductor shows N type conductivity in the state where an impurity is not doped. When making the N type gallium-nitride semiconductor of a request, such as raising luminous efficiency, form, it is desirable to introduce Si, germanium, Se, Te, C, etc. suitably as an N type dopant. On the other hand, when making a P type gallium-nitride semiconductor form, Zn, Mg, Be, calcium, Sr, Ba, etc. which are P type DOPANDO are made to dope.

[0032] Only by doping a p-type dopant, since it is [P-type] hard to make a gallium-nitride system compound semiconductor, it is desirable to make it P-type-ize by annealing after p-type dopant introduction by heating, the low-speed electron beam irradiation, plasma irradiation, etc. at a furnace. That to which the laminating of the N type contact layer which is a gallium-nitride semiconductor, the N type clad layer which is an aluminum nitride gallium semiconductor, the barrier layer which is the nitriding in JUUMU gallium semiconductor which made Zn and Si dope, the P type clad layer which is an aluminum nitride gallium semiconductor, and the P type contact layer which is a gallium-nitride semiconductor was carried out is suitably mentioned on the silicon on sapphire which has the buffer layer in which a gallium nitride, aluminum nitride, etc. were made to form at low temperature as lamination of a concrete light emitting device, or a In order to make the Light Emitting Diode chip 103 form, after making the exposed surface of a P type semiconductor and an N-type semiconductor form by etching etc. in the case of the Light Emitting Diode chip 103 which has silicon on sapphire, the sputtering method, a vacuum deposition method, etc. are used and each electrode of a desired configuration is made to form on a semiconductor layer. The electrode of a couple can also be made to form using the conductivity of the substrate itself in the case of a SiC substrate.

[0033] Next, after carrying out direct full cutting with the dicing saw with which the blade which has the edge of a blade made from a diamond rotates the formed semiconductor wafer or cutting the slot of latus width of face deeply rather than edge-of-a-blade width of face (half cutting), a semiconductor wafer is broken by external force, or the scribe in which the diamond stylus at a nose of cam carries out both-way rectilinear motion — a semiconductor wafer — very — a narrow scribe line (circles of longitude) — for example, after lengthening in a grid pattern, by external force, a wafer is broken and it cuts in the shape of a chip from a semiconductor wafer. Thus, the Light Emitting Diode chip 103 which is a gallium-nitride system compound semiconductor can be made to form.

[0034] When making a white system emit light in the light emitting diode of this invention, in consideration of the complementary color with a particle-like fluorescent substance etc., the main luminescence wavelength of the Light Emitting Diode chip 103 has 400nm or more desirable 530nm or less, and 420nm or more 490nm or less is more desirable. In order to raise more the efficiency of the Light Emitting Diode chip 103 and a particle-like fluorescent substance, respectively, 450nm or more 475nm or less is still more desirable.

[0035] (Package 102) A package 102 works as a base material which carries out fixed protection of the Light Emitting Diode chip 103 into a crevice. Moreover, it has the external electrode 104 in which electrical installation with the exterior is possible. It can also consider as the package 102 which had two or more openings according to the number and size of the Light Emitting Diode chip 103. Moreover, in order to give a shading function suitably, it is made to color it dark color system, such as black and gray, or the luminescence observation front-face side of a package 102 is colored the dark color system. the mould which is a translucency protector in addition to the coating sections 111 and 112 in order that a package 102 may protect the Light Emitting Diode chip 103 from an external environment further — a member 106 can also be formed a package 102 — the coating sections 111 and 112 and a mould — what [high] has a good adhesive property with a member 106 rigid is desirable. To have insulation is desired in order to make the Light Emitting Diode chip 103 and the exterior intact electrically. Furthermore, the case where a package 102 receives the influence of the heat from the Light Emitting Diode chip 103 — a member 106, in consideration of adhesion with a member 106, an object with a small coefficient of thermal expansion is desirable.

[0036] Embossing of the crevice internal surface of a package 102 is carried out, adhesion area can be increased, or

plasma treatment of it can be carried out and it can also raise adhesion with a mould member. A package 102 may be made to form in on with the external electrode 104, and a package 102 may combine it by fitting etc. and may make it to be divided into plurality and constitute. Such a package 102 can be formed comparatively easily by insert molding etc. Resins, ceramics, etc., such as polycarbonate resin, polyphenylene sulfide (PPS), a liquid crystal polymer (LCP), ABS plastics, an epoxy resin, phenol resin, acrylic resin, and a PBT resin, can be used as a package material. Moreover, as a coloring agent which a package 102 is made to color a dark color system, various colors and pigments are used suitably. Specifically, Cr 2O3, MnO2 and Fe 2O3, carbon black, etc. are mentioned suitably.

[0037] Thermosetting resin etc. can perform adhesion with the Light Emitting Diode chip 103 and a package 102. Specifically, an epoxy resin, acrylic resin, an imido resin, etc. are mentioned. Moreover, while carrying out arrangement fixation of the Light Emitting Diode chip 103, in order to make it connect with the external electrode 104 in a package 102 electrically, Ag paste, a carbon paste, an ITO paste, a metal bump, etc. are used suitably.

[0038] (External electrode 104) The external electrode 104 is for being used in order to make the Light Emitting Diode chip 103 arranged inside supply the power from the package 102 outside. Therefore, various things, such as a thing using the pattern which has the conductivity established on the package 102, or the leadframe, are mentioned. Moreover, the external electrode 104 can be made to form in various sizes in consideration of thermolysis nature, electrical conductivity, the property of the Light Emitting Diode chip 103, etc. It is desirable that thermal conductivity is good in order to make the heat emitted from the Light Emitting Diode chip 103 radiate heat outside while the external electrode 104 arranges each Light Emitting Diode chip 103. As concrete electric resistance of the external electrode 104, below 300 micro ohm-cm is desirable, and it is below 3 micro ohm-cm more preferably. moreover, concrete thermal conductivity — 0.01 cal/ (s) (cm<sup>2</sup>) (degree C/cm) above — desirable — more — desirable — They are 0.5 cal/ (s) (cm<sup>2</sup>) (degree C/cm) above.

[0039] As such an external electrode 104, what gave metal plating, solder plating, etc. of silver, PARAJUUMU, or gold is suitably used for copper or a phosphor bronze board front face. Although many things can be used with electrical conductivity and thermal conductivity when a leadframe is used as an external electrode 104, 2mm is desirable from 0.1mm of board thickness from a viewpoint of processability. Copper foil and a tungsten layer can be made to form as an external electrode 104 prepared on base materials, such as a glass epoxy resin and a ceramic, etc. When using a metallic foil on a printed circuit board, it is desirable to be referred to as 18-70 micrometers as thickness, such as copper foil. Moreover, you may give gold, solder plating, etc. on copper foil etc.

[0040] (Conductive wire 105) As a conductive wire 105, what has ohmic nature with the electrode of the Light Emitting Diode chip 103, mechanical-connections nature, good electrical conductivity, and good thermal conductivity is called for. As thermal conductivity, 0.01 cal(s)/ (s) (cm<sup>2</sup>) (degree C/cm) above is desirable, and is 0.5 cal(s)/ (s) (cm<sup>2</sup>) (degree C/cm) above more preferably. Moreover, in consideration of workability etc., the diameters of the conductive wire 105 are more than phi10micrometer and less than [ phi45micrometer ] preferably. Specifically, the conductive wire using metals and those alloys, such as gold, copper, platinum, and aluminum, as such a conductive wire 105 is mentioned. Such a conductive wire 105 can connect an inner lead, a mounting lead, etc. to the electrode of each Light Emitting Diode chip 103 easily by the wire-bonding device.

[0041] (Mould member 106) a mould — a member 106 can be formed in order to protect from the exterior the coating sections 111 and 112 which the Light Emitting Diode chip 103, the conductive wire 105, and the particle-like fluorescent substance contained according to the use of light emitting diode a mould — a member 106 can be made to form using various resins, glass, etc. a mould — as a concrete material of a member 106, a transparent resin, glass, etc. which were mainly excellent in weatherability, such as an epoxy resin, a urea resin, and silicone resin, are used suitably. Moreover, by making a mould member contain a dispersing agent, the directivity from the Light Emitting Diode chip 103 can be made to be able to ease, and an angle of visibility can also be increased. such a mould — a member 106 is good also as a material which may use the same material as the binder of the coating section, and is different this invention cannot be over emphasized by that it is not what is limited only to a concrete example although the example of this invention is explained hereafter.

[0042]

[Example]

(Example 1) The In0.2Ga0.8N semiconductor whose main luminescence peak is 460nm as a Light Emitting Diode chip was used. The Light Emitting Diode chip passed TMG (trimethylgallium) gas, TMI (trimethyl indium) gas, nitrogen gas, and dopant gas with carrier gas on the sapphire substrate made to wash, and was made to form them by making a gallium-nitride system compound semiconductor form by the MOCVD method. The gallium-nitride system semiconductor which has N type conductivity, and the gallium-nitride system semiconductor which has P type conductivity are formed, and a PN junction is made to form by changing SiH4 and Cp2Mg as dopant gas. The contact layer which is the gallium-nitride semiconductor which has N type conductivity as a semiconductor light emitting device, the clad layer which is the gallium-nitride aluminum semiconductor which has P type conductivity, and the contact layer which is the gallium-nitride semiconductor which has P type conductivity were made to form. The barrier layer of the non doped InGaN which is about 3nm in thickness and is made into single quantum well structure between the contact layer which has N type conductivity, and the clad layer which has P type conductivity was made to form. (In addition, a gallium-nitride semiconductor is made to form at low temperature on silicon on sapphire, and it has considered as the buffer layer.) Moreover, the semiconductor which has P type conductivity is made to have annealed above 400 degrees Celsius after membrane formation.

After exposing PN each semiconductor front face on silicon on sapphire by etching, each electrode was made to form by sputter ring, respectively. In this way, after lengthening a scrib line, external force was made to divide the done semiconductor wafer, and the Light Emitting Diode chip of 350-micrometer angle was made to form as a light emitting device.

[0043] On the other hand, the chip type Light Emitting Diode package was made to form using polycarbonate resin by insert molding. The inside of a chip type Light Emitting Diode package is equipped with opening to which a Light Emitting Diode chip is allotted. In a package, the copper plate which carried out silver plating is arranged as an external electrode. A Light Emitting Diode chip is made to fix using an epoxy resin to inside a package. Wire bonding of the gold streak which is a conductive wire is carried out to each electrode of a Light Emitting Diode chip, and each external electrode in which it was prepared by the package, respectively, and it is electrically connected to them. In this way, 8280 packages by which the Light Emitting Diode chip has been arranged were made to form. The resist film is formed in the front face except opening of each package. The package by which 8280 Light Emitting Diode chips have been arranged is arranged in the container containing the pure electrolyte.

[0044] On the other hand, the particle-like fluorescent substance made the solution which dissolved the rare earth elements of Y, Gd, and Ce in the acid by the stoichiometry coprecipitate with oxalic acid. This is mixed with the coprecipitation oxide calcinated and obtained and an aluminum oxide, and a mixed raw material is obtained. The ammonium fluoride was mixed as flux to this, the crucible was stuffed, it calcinated at the temperature of 1400 degree in air C for 3 hours, and the burned product was obtained. The ball mill of the burned product was carried out underwater, and it was made to form in washing, separation, dryness, and the last through a screen. The formed 3(Y0.8Gd0.2) aluminum5O12:Ce fluorescent substance is distributed in SiO<sub>2</sub> sol.

[0045] Next, after an acetic acid adjusts pH to 5.0, suspension pouring of a 3(Y0.8Gd0.2) aluminum5O12:Ce fluorescent substance and the SiO<sub>2</sub> sol is made to carry out at once into the container with which the package has been arranged immediately ( drawing 2 (A) ). An after [ gentle placement ] (Y0.8Gd0.2) 3aluminum5O12:Ce fluorescent substance sediments, and it sediments on a package ( drawing 2 (B) ). The package which the waste fluid in a container was \*\*(ed) and the particle-like fluorescent substance deposited on the Light Emitting Diode chip is dried with the air heated at 120 degrees ( drawing 2 (C) ). Both the thickness at a Light Emitting Diode chip top and the base of a package can be in about 40 micrometers, abbreviation, etc. by carrying out, and can make the coating section form by removing the particle-like fluorescent substance which took out each light emitting diode from the container, and adhered to the non-light-emitting part of light emitting diode next the whole resist mask. Furthermore, the translucency epoxy resin was made to form as a mould member in package opening in which the coating section was formed in order to protect a Light Emitting Diode chip and a particle-like fluorescent substance from external stress, moisture, dust, etc. It was made to harden after mixing a translucency EPOSHIKI resin in 150-degree-C 5 hours. In this way, the light emitting diode which is luminescence equipment like drawing 1 was made to form.

[0046] A white system can be made to emit light by making power supply to the obtained light emitting diode. Color temperature and color rendering properties were measured from the transverse plane of light emitting diode, respectively. Color temperature 8090K and Ra(color-rendering-properties index) =87.5 were shown. Moreover, luminescence \*\*\*\* was 10.8 lm/w. Furthermore, each about 8114 light emitting diode was distributed within limits surrounded by x on a CIE chromaticity diagram, and y= (0.305 0.315) \*\*0.03, and the yield was about 98%.

[0047] (Example 1 of comparison) Light emitting diode was made to form like an example 1 except having mixed the 3(Y0.8Gd0.2) aluminum5O12:Ce fluorescent substance, having made it project from a nozzle, and having made the coating section form into an epoxy resin. The amount of the cross section of the formed light emitting diode of a particle-like fluorescent substance was uneven while the end face of the coating section was creeping up. In this way, the chromaticity point of the formed light emitting diode was measured like the example 1. Although the chromaticity point of the formed light emitting diode was carrying out the abbreviation position on the line which connected the main luminescence wavelength of the main luminescence peak of a Light Emitting Diode chip, and a fluorescent substance, it did not pass over the yield to about 61%.

[0048]

[Effect of the Invention] It can consider as the light emitting diode which has very few gaps of the chromaticity by all directions grade, they see from a luminescence observation side, and does not have a color tone gap by considering as the light emitting diode of this invention with the uniform thickness of coating. Moreover, it can consider as the high light emitting diode of the yield.

[0049] Also in high brightness and prolonged use, a color gap and decline in luminescence \*\*\*\* can consider as very few light emitting diode by considering as the composition of this invention according to claim 1 especially.

[0050] By considering as the composition of the claim 2 of this invention, it can consider as light emitting diode with more high lightfastness and luminous efficiency.

[0051] By considering as the composition of the claim 3 of this invention, a fall and a color gap of nearby brightness can consider as the few light emitting diode to which a white system can emit light in high brightness and prolonged use.

[0052] By considering as the composition of the claim 4 of this invention, white luminescence is possible and it can consider as light emitting diode with more high luminous efficiency.

[0053] By considering as the composition of the claim 5 of this invention, a fall and a color gap of nearby brightness can consider as the few light emitting diode to which a white system can emit light in high brightness and prolonged use.

[0054] There is no luminescence unevenness and the light emitting diode for which light can be emitted uniform can be made to form with the sufficient yield in large quantities by considering as the method of the claim 6 of this invention.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing 1 is the typical cross section of the chip type Light Emitting Diode which is luminescence equipment of this invention.

[Drawing 2] Drawing 2 is the \*\* type view having shown the formation equipment in which the light emitting diode of this invention is made to form.

[Description of Notations]

- 111 ... The coating section on a Light Emitting Diode chip
- 112 ... The coating section on a base material
- 102 ... Package
- 103 ... Light Emitting Diode chip
- 104 ... External electrode
- 105 ... Conductive wire
- 106 ... a mould — a member
- 201 ... An eccentric means to make the material of the coating section blow off
- 202 ... Container
- 203 ... Material of the coating section which blew off from the nozzle
- 204 ... Fluorescent substance film
- 205 ... warming — air — spraying — a \*\*\*\* dryer

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-40858

(43)公開日 平成11年(1999)2月12日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 33/00

G 0 9 F 9/33

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

G 0 9 F 9/33

N

D

審査請求 未請求 請求項の数6 O.L (全8頁)

(21)出願番号

特願平9-192779

(22)出願日

平成9年(1997)7月17日

(71)出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 清水 義則

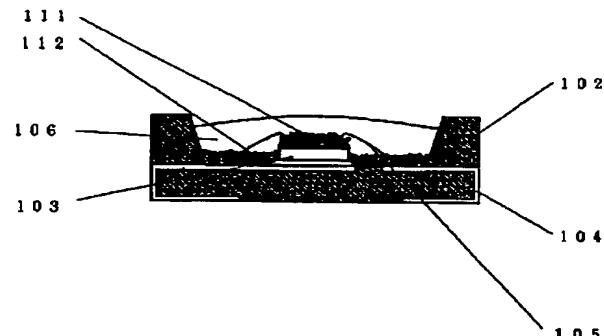
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化  
学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 発光ダイオード及びその形成方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 LEDチップからの発光を変換して発光させる粒子状蛍光物質を有し全方位における色調むらを低減させた発光ダイオード及びその形成方法に関する。

【解決手段】支持体上に配置されたLEDチップ103と、LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する粒子状蛍光物質と、を有する発光ダイオードである。特に、LEDチップ上に配置される粒子状蛍光物質を有するコーティング部111の厚みと、LEDチップ上以外の支持体上に配置された粒子状蛍光物質を有するコーティング部112の厚みと、が略等しい発光ダイオードである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】支持体上に配置されたLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する粒子状蛍光体と、を有する発光ダイオードであって、

前記LEDチップ上に配置された粒子状蛍光体を有するコーティング部の厚みと、前記LEDチップ上以外の支持体上に配置された粒子状蛍光体を有するコーティング部の厚みと、が略等しいことを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】前記コーティング部は、粒子状蛍光体と共に少なくともSi、Al、Ga、Ti、Ge、P、B及びアルカリ土類元素の1種又は2種以上を有する酸化物からなる請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項3】前記LEDチップの発光層が窒化物系化合物半導体であり、且つ前記粒子状蛍光体がセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体である請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項4】前記LEDチップの主発光ピークが400nmから530nmであり、且つ前記粒子状蛍光体の主発光波長が前記LEDチップの主発光ピークよりも長い請求項3記載の発光ダイオード。

【請求項5】前記LEDチップの発光層が窒化物系化合物半導体であり、且つ前記粒子状蛍光体が $(Re_{1-x}S_{m_x})_3(A_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$ である請求項1記載の発光ダイオード。ただし、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、Reは、Y、Gd、Laから選択される少なくとも一種の元素である。

【請求項6】LEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光体と、を有する発光ダイオードの形成方法であって、気相又は液相中に分散させた粒子状蛍光体の沈降により前記LEDチップ上に粒子状蛍光体を含むコーティング部を形成させることを特徴とする発光ダイオードの形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、LEDディスプレイ、バックライト光源、信号機、照光式スイッチ、各種センサー及び各種インジケータなどに利用される発光装置に係わり、特に発光素子からの発光を波長変換して発光可能な蛍光体を有する発光ダイオードにおいて、発光方位、色調ムラ及び量産性を改善した発光ダイオード及びその形成方法に関する。

## 【0002】

【従来技術】発光装置である発光ダイオード（以下、LEDとも呼ぶ。）は、小型で効率が良く鮮やかな色の発光をする。また、半導体素子であるため球切れなどの心配がない。駆動特性に優れ、振動やON/OFF点灯の繰り返しに強いという特徴を有する。そのため各種インジケ

ータや種々の光源として利用されている。しかしながら、LEDは優れた単色性ピーク波長を有するが故に白色系などの発光波長を発光することができない。

【0003】そこで、本出願人は、青色発光ダイオードと蛍光物質により青色発光ダイオードからの発光を色変換させて他の色などが発光可能な発光ダイオードとして、特開平5-152609号公報、特開平7-99345号公報などに記載された発光ダイオードを開発した。これらの発光ダイオードによって、1種類のLEDチップを用いて白色系や青色LEDチップを用いた緑色など他の発光色を発光させることができる。

【0004】具体的には、青色系が発光可能なLEDチップなどをリードフレームの先端に設けられたカップ上などに配置する。LEDチップは、LEDチップが設けられたメタルステムやメタルポストとそれぞれ電気的に接続させる。そして、LEDチップを被覆する樹脂モールド部材中などにLEDチップからの光を吸収し波長変換する蛍光物質を含有させて形成させてある。青色系の発光ダイオードと、その発光を吸収し黄色系を発光する蛍光物質などを選択することにより、混色を利用して白色系を発光させることができる。これは、十分な輝度を発光する白色系発光ダイオードとして利用することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この発光ダイオードは、所望通りの色に形成されにくい傾向にある。発光ダイオードを量産させた場合において、各発光ダイオードがそれぞれ所望の色度範囲に形成させることが難しく歩留まりが低下する傾向にある。また、発光ダイオードの発光観測面において僅かながら色むらを生じるという問題がある。

【0006】具体的には、発光観測面側から見て発光素子であるLEDチップが配置された中心部が青色ぼく、その周囲方向にリング状に黄、緑や赤色ぼい部分が見られる場合がある。人間の色調感覚は、白色において特に敏感である。そのため、わずかな色調差でも赤ぼい白、緑色ぼい白、黄色ぼい白等と感じる。

【0007】このような発光観測面を直視することによって生ずる色むらは、品質上好ましくないばかりでなく表示装置に利用したときの表示面における色むらや、光センサーなど精密機器における誤差を生ずることにもなる。さらに、より厳しい条件として高輝度長時間の使用においては発光ダイオードの輝度が低下する傾向がある。本発明は上記問題点を解決し発光観測面における色調むらや発光ダイオードごとのバラツキが極めて少なく、量産性の良い発光ダイオードを形成させることにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、支持体上に配置されたLEDチップと、LEDチップからの発光の少

なくとも一部を吸収し波長変換して発光する粒子状蛍光体と、を有する発光ダイオードである。特に、本発明では、LEDチップ上に配置された粒子状蛍光体を有するコーティング部の厚みと、LEDチップ上以外の支持体上に配置された粒子状蛍光体を有するコーティング部の厚みと、が略等しい発光ダイオードである。

【0009】また、請求項2に記載の本発明の発光ダイオードは、コーティング部が粒子状蛍光体と共に少なくともSi、Al、Ga、Ti、Ge、P、B及びアルカリ土類元素の1種又は2種以上を有する酸化物からなる発光ダイオードである。

【0010】請求項3に記載の本発明の発光ダイオードは、LEDチップの発光層が窒化物系化合物半導体であり、且つ粒子状蛍光体がセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体である。

【0011】請求項4に記載の本発明の発光ダイオードは、LEDチップの主発光ピークが400nmから530nmであり、且つ粒子状蛍光体の主発光波長がLEDチップの主発光ピークよりも長い発光ダイオードである。

【0012】請求項5に記載の本発明の発光ダイオードは、LEDチップの発光層が窒化物系化合物半導体であり、且つ粒子状蛍光体が $(Re_{1-x}Sm_x)_3(A_{1-y}Ga_y)_5O_{12}$ :Ceである。(ただし、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、Reは、Y、Gd、Laから選択される少なくとも一種の元素である。)請求項6に記載の本発明の形成方法は、LEDチップと、LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光体と、を有する発光ダイオードの形成方法である。特に、気相又は液相中に分散させた粒子状蛍光体の沈降により、LEDチップ上に粒子状蛍光体を含むコーティング部を形成させる発光ダイオードの形成方法である。

【0013】

【作用】本発明は、粒子状蛍光体が含有されたコーティング部の厚みがLEDチップ上及びLEDチップが配置された基体上の何れにおいても略等しい。LEDチップから放出された光の光路長差が比較的等しく均一な発光特性を得ることができる。また、発光面における色むらや発光ダイオードごとのバラツキのきわめて少なくすることができる。さらに、複数のLEDチップが配置されたパッケージ上に粒子状蛍光体を沈降堆積させることにより、一度に大量の発光ダイオードを量産性良く形成させることができる。LED上に配置される粒子状蛍光体の量がきわめて少量であっても粒子状蛍光体の量(コーティング部の厚み)を均等に制御させることができる。そのため、よりバラツキの少ない発光ダイオードを形成させることができる。

【0014】コーティング部がSi、Al、Ga、Ti、Ge、P、B及びアルカリ土類元素の1種又は2種以上を有する酸化物である無機物で粒子状蛍光体をバイ

ンドする。これによりLEDチップからの比較的高いエネルギー光を高密度に照射した場合でもコーティング部が着色劣化することがなくなる。そのため、長時間高輝度に発光させても輝度が低下することがない発光ダイオードとすることができます。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明者は種々の実験の結果、LEDチップ上に配置された粒子状蛍光体と、それ以外の支持体上に配置された粒子状蛍光体とを略均等に配分させることによって発光観測面における色調むらや発光装置ごとのバラツキを改善できることを見出し本発明を成すに至った。

【0016】発光観測面における色調むらや発光ダイオードごとのバラツキは、コーティング部形成時にコーティング部中に含まれる粒子状蛍光体の平面分布における傾きが生ずることにより生ずると考えられる。即ち、コーティング部は粒子状蛍光体を含有させた樹脂を先の細いノズルの如き管から吐出させることによって所望のカップ上に配置させることができる。

【0017】しかし、バインダー中に含有された粒子状蛍光体をLEDチップ上に等量均一且つ、高速に塗布させることは極めて難しい。また、バインダーの粘度やコーティング部と接するパッケージ表面などとの表面張力により、最終的に形成されるコーティング部の形状が一定しない。コーティング部の厚み(粒子状蛍光体の量)が部分的に異なり、LEDチップからの光量、粒子状蛍光体からの光量が部分的に異なる。

【0018】そのため発光観測面上において部分的にLEDチップからの発光色が強くなったり、蛍光体からの発光色が強くなり色調むらが生ずる。また、各発光ダイオードごとのバラツキが生ずると考えられる。本発明では、LEDチップ上とそれ以外に形成される粒子状蛍光体が均一に配置させることにより、色調むらや指向性などを改善させることができるものである。以下、本発明の構成部材について詳述する。

【0019】(コーティング部111、112)本発明に用いられるコーティング部111、112とは、モールド部材とは別にマウント・リードのカップ内やパッケージの開口部内などに設けられるものでありLEDチップ103の発光を変換する粒子状蛍光体及び粒子状蛍光体を結着する樹脂や硝子などである。本発明のコーティング部111、112は、LEDチップ103上に設けられたコーティング部111の厚みとLEDチップ以外の支持体上に設けられたコーティング部112の厚みとが略等しい。LEDチップ103上に設けられたコーティング部111と、支持体となるパッケージの開口部表面に設けられたコーティング部112との厚みは、気相や液相中に分散させた粒子状蛍光体を静置させ沈降することにより比較的簡単に略等しく形成させることができる。

【0020】コーティング部では、カップなどによりLEDチップから放出される高エネルギー光などが反射もされるため高密度になる。さらに、粒子状蛍光体によっても反射散乱されコーティング部が高密度の高エネルギー光にさらされる場合がある。そのため、発光強度が強く高エネルギー光が発光可能な窒化物系半導体をLEDチップとして利用した場合は、それらの高エネルギー光に対して耐光性のあるSi、Al、Ga、Ti、Ge、P、B及びアルカリ土類金属の1種又は2種以上有する酸化物を結着剤として利用することが好ましい。

【0021】コーティング部の具体的な主材料の一つとしては、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $MSiO_3$ （なお、Mとしては、Zn、Ca、Mg、Ba、Srなどが挙げられる。）などの透光性無機部材に粒子状蛍光体を含有させたものが好適に用いられる。これらの透光性無機部材により粒子状蛍光体が結着され層状にLEDチップや支持体上に堆積される。なお、コーティング部には、粒子状蛍光体と共に紫外線吸収剤を含有させても良い。

【0022】このようなコーティング部111、121は、コーティング部111、121の材料となる粒子状蛍光体と結着剤とをよく混合させ容器202内に排出手段201のノズルから噴出する。容器202内には、LEDチップを有するパッケージ105が配置されている。ノズルから噴出された材料は、懸濁液として容器202内にたまる。容器202を静置しておくと、蛍光体粒子が沈降し容器202の底に蛍光体膜204が形成される。上澄液を排出後、乾燥装置205から放出される加温エアを吹き付け乾燥させる。その後、各パッケージ105を取り出すことにより粒子状蛍光体を有する発光ダイオードとすることができる。

【0023】（粒子状蛍光体）本発明に用いられる蛍光体としては、少なくともLEDチップ103の半導体発光層から発光された光で励起されて発光する粒子状蛍光体をいう。LEDチップ103が発光した光と、粒子状蛍光体が発光した光が補色関係などにある場合、それぞれの光を混色させることで白色を発光することができる。具体的には、LEDチップ103からの光と、それによって励起され発光する粒子状蛍光体の光がそれぞれ光の3原色（赤色系、緑色系、青色系）に相当する場合やLEDチップ103が発光した青色の光と、それによって励起され発光する粒子状蛍光体の黄色の光が挙げられる。

【0024】発光ダイオードの発光色は、粒子状蛍光体と粒子状蛍光体の結着剤として働く各種樹脂やガラスなどの無機部材などとの比率、粒子状蛍光体の沈降時間、粒子状蛍光体の形状などを種々調整すること及びLEDチップの発光波長を選択することにより電球色など任意の白色系の色調を提供させることができる。発光ダイオードの外部には、LEDチップからの光と蛍光体からの光がモールド部材を効率よく透過することが好ましい。

【0025】具体的な粒子状蛍光体としては、銅で付活された硫化カドミウムやセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体が挙げられる。特に、高輝度且つ長時間の使用時においては（ $Re_{1-x}Sm_x)_3(A1_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$  ( $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、但し、Reは、Y、Gd、Laからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。) などが好ましい。粒子状蛍光体として特に（ $Re_{1-x}Sm_x)_3(A1_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$  を用いた場合には、LEDチップと接する或いは近接して配置され放射照度として（ $Ee$ ） =  $3W \cdot cm^{-2}$  以上  $10W \cdot cm^{-2}$  以下においても高効率に十分な耐光性を有する発光ダイオードとができる。

【0026】（ $Re_{1-x}Sm_x)_3(A1_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$  蛍光体は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが  $470nm$  付近などにさせることができる。また、発光ピークも  $530nm$  付近にあり  $720nm$  まで裾を引くプロードな発光スペクトルを持たせることができる。しかも、組成のAlの一部をGaで置換することで発光波長が短波長にシフトし、また組成のYの一部をGdで置換することで、発光波長が長波長へシフトする。このように組成を変化することで発光色を連続的に調節することが可能である。したがって、長波長側の強度がGdの組成比で連続的に変えられるなど窒化物半導体の青色系発光を利用して白色系発光に変換するための理想条件を備えている。

【0027】このような蛍光体は、Y、Gd、Ce、Sm、Al、La及びGaの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、Smの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を薦酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフランクスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空気中  $1350 \sim 1450^{\circ}C$  の温度範囲で2~5時間焼成して焼成品を得る。次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで所望の粒子状蛍光体を得ることができる。

【0028】本発明の発光ダイオードにおいて、粒子状蛍光体は、2種類以上の粒子状蛍光体を混合させてもよい。即ち、Al、Ga、Y、La及びGdやSmの含有量が異なる2種類以上の（ $Re_{1-x}Sm_x)_3(A1_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$  蛍光体を混合させてRGBの波長成分を増やすことができる。また、現在のところ半導体発光素子の発光波長には、バラツキが生ずるものがあるため2種類以上の蛍光体を混合調整させて所望の白色光などを得ることができる。具体的には、発光素子の発光波長に合わせて色度点の異なる蛍光体の量を調整し含有させ

ることでその蛍光体間と発光素子で結ばれる色度図上の任意の点を発光させることができる。

【0029】このような粒子状蛍光体は、気相や液相中に分散させ均一に放出させることができる。気相や液相中での粒子状蛍光体は、自重によって沈降する。特に液相中においては懸濁液を静置させることで、より均一性の高い粒子状蛍光体を持つ層を形成させることができる。所望に応じて複数回繰り返すことにより所望の粒子状蛍光体量を形成することができる。

【0030】(LEDチップ103) 本発明に用いられるLEDチップ103とは、粒子状蛍光体を励起可能なものである。発光素子であるLEDチップ103は、MOCVD法等により基板上にGaAs、InP、GaAlAs、InGaAlP、InN、AlN、GaN、InGaN、AlGaN、InGaAlN等の半導体を発光層として形成させる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。好ましくは、粒子状蛍光体を効率良く励起できる比較的短波長を効率よく発光可能な窒化物系化合物半導体(一般式  $In_iGa_jAl_kN$ 、ただし、 $0 \leq i, 0 \leq j, 0 \leq k, i+j+k=1$ )である。

【0031】窒化ガリウム系化合物半導体を使用した場合、半導体基板にはサファイア、スピネル、SiC、Si、ZnO、GaN等の材料が好適に用いられる。結晶性の良い窒化ガリウムを形成させるためにはサファイア基板を用いることがより好ましい。サファイア基板上に半導体膜を成長させる場合、GaN、AlN等のバッファーレー層を形成しその上にPN接合を有する窒化ガリウム半導体を形成させることが好ましい。また、サファイア基板上にSiO<sub>2</sub>をマスクとして選択成長させたGaN単結晶自体を基板として利用することもできる。この場合、各半導体層を形成後SiO<sub>2</sub>をエッチング除去させることによって発光素子とサファイア基板とを分離させることもできる。窒化ガリウム系化合物半導体は、不純物をドープしない状態でN型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパンドであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドープさせる。

【0032】窒化ガリウム系化合物半導体は、P型ドーパントをドープしただけではP型化しにくいためP型ドーパント導入後に、炉による加熱、低速電子線照射やプラズマ照射等によりアニールすることでP型化させるこ

とが好ましい。具体的な発光素子の層構成としては、窒化ガリウム、窒化アルミニウムなどを低温で形成させたバッファ層を有するサファイア基板や炭化珪素上に、窒化ガリウム半導体であるN型コンタクト層、窒化アルミニウム・ガリウム半導体であるN型クラッド層、Zn及びSiをドープさせた窒化インジウムガリウム半導体である活性層、窒化アルミニウム・ガリウム半導体であるP型クラッド層、窒化ガリウム半導体であるP型コンタクト層が積層されたものが好適に挙げられる。LEDチップ103を形成させるためにはサファイア基板を有するLEDチップ103の場合、エッチングなどによりP型半導体及びN型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。SiC基板の場合、基板自体の導電性を利用して一対の電極を形成させることもできる。

【0033】次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後(ハーフカット)、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライブライン(経線)を例えれば碁盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにして窒化物系化合物半導体であるLEDチップ103を形成させることができる。

【0034】本発明の発光ダイオードにおいて白色系を発光させる場合は、粒子状蛍光体との補色等を考慮してLEDチップ103の主発光波長は400nm以上530nm以下が好ましく、420nm以上490nm以下がより好ましい。LEDチップ103と粒子状蛍光体との効率をそれより向上させるためには、450nm以上475nm以下がさらに好ましい。

【0035】(パッケージ102) パッケージ102は、LEDチップ103を凹部内に固定保護する支持体として働く。また、外部との電気的接続が可能な外部電極104を有する。LEDチップ103の数や大きさに合わせて複数の開口部を持ったパッケージ102とすることもできる。また、好適には遮光機能を持たせるために黒や灰色などの暗色系に着色させる、或いはパッケージ102の発光観測表面側が暗色系に着色されている。パッケージ102は、LEDチップ103をさらに外部環境から保護するためにコーティング部111、112に加えて透光性保護体であるモールド部材106を設けることもできる。パッケージ102は、コーティング部111、112やモールド部材106との接着性がよく剛性の高いものが好ましい。LEDチップ103と外部とを電気的に遮断させるために絶縁性を有することが望まれる。さらに、パッケージ102は、LEDチップ1

0.3などからの熱の影響をうけた場合、モールド部材106との密着性を考慮して熱膨張率の小さい物が好ましい。

【0036】パッケージ102の四部内表面は、エンボス加工させて接着面積を増やしたり、プラズマ処理してモールド部材との密着性を向上させることもできる。パッケージ102は、外部電極104と一体的に形成させてもよく、パッケージ102が複数に分かれ、はめ込みなどにより組み合わせて構成させてもよい。このようなパッケージ102は、インサート成形などにより比較的簡単に形成することができる。パッケージ材料としてポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンサルファイド(PPS)、液晶ポリマー(LCP)、ABS樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アクリル樹脂、PBT樹脂等の樹脂やセラミックなどを用いることができる。また、パッケージ102を暗色系に着色させる着色剤としては種々の染料や顔料が好適に用いられる。具体的には、 $Cr_2O_3$ 、 $MnO_2$ 、 $Fe_2O_3$ やカーボンブラックなどが好適に挙げられる。

【0037】LEDチップ103とパッケージ102との接着は熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、LEDチップ103を配置固定させると共にパッケージ102内の外部電極104と電気的に接続させるためにはAgペースト、カーボンペースト、ITOペースト、金属バンプ等が好適に用いられる。

【0038】(外部電極104)外部電極104は、パッケージ102外部からの電力を内部に配置されたLEDチップ103に供給するために用いられるためのものである。そのためパッケージ102上に設けられた導電性を有するパターンやリードフレームを利用したものなど種々のものが挙げられる。また、外部電極104は放熱性、電気伝導性、LEDチップ103の特性などを考慮して種々の大きさに形成させることができる。外部電極104は、各LEDチップ103を配置すると共にLEDチップ103から放出された熱を外部に放熱させるため熱伝導性がよいことが好ましい。外部電極104の具体的な電気抵抗としては $300\mu\Omega\cdot cm$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3\mu\Omega\cdot cm$ 以下である。また、具体的な熱伝導度は、 $0.01\text{cal}/(s)(cm^2)(^{\circ}C/cm)$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5\text{cal}/(s)(cm^2)(^{\circ}C/cm)$ 以上である。

【0039】このような外部電極104としては、銅やりん青銅板表面に銀、パラジウム或いは金などの金属メッキや半田メッキなどを施したもののが好適に用いられる。外部電極104としてリードフレームを利用した場合は、電気伝導度、熱伝導度によって種々利用できるが加工性の観点から板厚0.1mmから2mmが好ましい。ガラスエポキシ樹脂やセラミックなどの支持体上な

どに設けられた外部電極104としては、銅箔やタンクステン層を形成させることができる。プリント基板上に金属箔を用いる場合は、銅箔などの厚みとして18~70 $\mu m$ とすることが好ましい。また、銅箔等の上に金、半田メッキなどを施しても良い。

【0040】(導電性ワイヤー105)導電性ワイヤー105としては、LEDチップ103の電極とのオーム性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01\text{cal}/(s)(cm^2)(^{\circ}C/cm)$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5\text{cal}/(s)(cm^2)(^{\circ}C/cm)$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤー105の直径は、好ましくは、 $\Phi 10\mu m$ 以上、 $\Phi 45\mu m$ 以下である。このような導電性ワイヤー105として具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤー105は、各LEDチップ103の電極と、インナー・リード及びマウント・リードなどと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0041】(モールド部材106)モールド部材106は、発光ダイオードの使用用途に応じてLEDチップ103、導電性ワイヤー105、粒子状蛍光体が含有されたコーティング部111、112などを外部から保護するために設けることができる。モールド部材106は、各種樹脂や硝子などを用いて形成させることができる。モールド部材106の具体的な材料としては、主としてエポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコーン樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、モールド部材に拡散剤を含有させることによってLEDチップ103からの指向性を緩和させ視野角を増やすこともできる。このような、モールド部材106は、コーティング部の接着剤と同じ材料を用いても良いし異なる材料としても良い。以下、本発明の実施例について説明するが、本発明は具体的な実施例のみに限定されるものではないことは言うまでもない。

#### 【0042】

#### 【実施例】

(実施例1) LEDチップとして主発光ピークが460nmの $In_{0.2}Ga_{0.8}N$ 半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとして $SiH_4$ と $CP_2Mg$ と、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム系半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム系半導体を形成しPN接合を形成させる。半導体発光素子として、N型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層と、P型導電性を有す

る窒化ガリウムアルミニウム半導体であるクラッド層、P型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層を形成させた。N型導電性を有するコンタクト層とP型導電性を有するクラッド層との間に厚さ約3nmであり、単一量子井戸構造とされるノンドープInGaNの活性層を形成させた。(なお、サファイア基板上には低温で窒化ガリウム半導体を形成させバッファ層とさせてある。また、P型導電性を有する半導体は、成膜後400°C以上でアニールさせてある。)

エッチングによりサファイア基板上のPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子として350μm角のLEDチップを形成させた。

【0043】一方、インサート成形によりポリカーボネート樹脂を用いてチップタイプLEDのパッケージを形成させた。チップタイプLEDのパッケージ内は、LEDチップが配される開口部を備えている。パッケージ中には、銀メッキした銅板を外部電極として配置させてある。パッケージ内部でLEDチップをエポキシ樹脂などを用いて固定させる。導電性ワイヤーである金線をLEDチップの各電極とパッケージに設けられた各外部電極とにそれぞれワイヤーボンディングさせ電気的に接続させてある。こうしてLEDチップが配置されたパッケージを8280個形成させた。各パッケージの開口部を除く表面には、レジスト膜が形成されている。8280個のLEDチップが配置されたパッケージを純粋電解質が入った容器中に配置させる。

【0044】他方、粒子状蛍光体は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を修酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムと混合して混合原料を得る。これにフランクスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空気中1400°Cの温度で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。形成された(Y<sub>0.8</sub>Gd<sub>0.2</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce蛍光体をSiO<sub>2</sub>ゲル中に分散させる。

【0045】次に、酢酸でpHを5.0に調整した後、直ちにパッケージが配置された容器中に(Y<sub>0.8</sub>Gd<sub>0.2</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce蛍光体とSiO<sub>2</sub>ゲルを一挙に懸濁注入させる(図2(A))。静置後(Y<sub>0.8</sub>Gd<sub>0.2</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce蛍光体が沈降しパッケージ上に沈降する(図2(B))。容器内の廃液を除しLEDチップ上に粒子状蛍光体が堆積したパッケージを120度に加熱した空気で乾燥させる(図2(C))。この後に、容器から各発光ダイオードを取り出して発光ダイオードの非発光部に付着した粒子状蛍光体をレジストマスクごと除去することによってLEDチップ上とパッケージ底面との膜厚が共に約40μmと略等しいコーティング部を形成さ

せることができる。さらに、LEDチップや粒子状蛍光体を外部応力、水分及び塵埃などから保護する目的でコーティング部が形成されたパッケージ開口部内にモールド部材として透光性エポキシ樹脂を形成させた。透光性エポキシ樹脂を混入後、150°C5時間にて硬化させた。こうして図1の如き発光装置である発光ダイオードを形成させた。

【0046】得られた発光ダイオードに電力を供給させることによって白色系を発光させることができる。発光ダイオードの正面から色温度、演色性をそれぞれ測定した。色温度8090K、Ra(演色性指数)=87.5を示した。また、発光光率は10.81m/wであった。さらに、CIE色度図上のx, y=(0.305, 0.315)±0.03で囲まれた範囲内に、約8114個の各発光ダイオードが分布しており歩留まりは、約98%であった。

【0047】(比較例1)エポキシ樹脂中に(Y<sub>0.8</sub>Gd<sub>0.2</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce蛍光体を混合させてノズルから突出させコーティング部を形成させた以外は、実施例1と同様にして発光ダイオードを形成させた。形成された発光ダイオードの断面は、コーティング部の端面がはい上がっていると共に粒子状蛍光体の量が不均一であった。こうして形成された発光ダイオードの色度点を実施例1と同様に測定した。形成された発光ダイオードの色度点は、LEDチップの主発光ピークと蛍光体の主発光波長を結んだ線上に略位置していたが、歩留まりは約61%にしか過ぎなかった。

【0048】

【発明の効果】コーティングの厚みが均一な本発明の発光ダイオードとすることにより各方位による色度のずれが極めて少なく、発光観測面から見て色調ずれがない発光ダイオードとさせることができる。また、歩留まりの高い発光ダイオードとことができる。

【0049】特に、本発明の請求項1に記載の構成とすることにより高輝度、長時間の使用においても色ずれ、発光光率の低下が極めて少ない発光ダイオードとすることができます。

【0050】本発明の請求項2の構成とすることにより、より耐光性及び発光効率の高い発光ダイオードとすることができます。

【0051】本発明の請求項3の構成とすることにより、高輝度、長時間の使用においてもより輝度の低下や色ずれが少なく白色系が発光可能な発光ダイオードとすることができます。

【0052】本発明の請求項4の構成とすることにより、白色発光可能でより発光効率の高い発光ダイオードとすることができます。

【0053】本発明の請求項5の構成とすることにより、高輝度、長時間の使用においてもより輝度の低下や色ずれが少なく白色系が発光可能な発光ダイオードとす

することができる。

【0054】本発明の請求項6の方法とすることにより、発光むらがなく、且つ大量に均一発光可能な発光ダイオードを歩留まりよく形成させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の発光装置であるチップタイプLEDの模式的断面図である。

【図2】図2は、本発明の発光ダイオードを形成させる形成装置を示した模式図である。

【符号の説明】

111…LEDチップ上のコーティング部

112…支持体上のコーティング部

102…パッケージ

103…LEDチップ

104…外部電極

105…導電性ワイヤー

106…モールド部材

201…コーティング部の材料を噴出させる排出手段

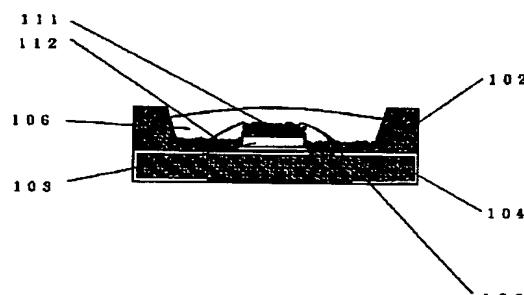
202…容器

203…ノズルから噴出されたコーティング部の材料

204…蛍光体膜

205…加温エアを吹き付ける乾燥装置

【図1】



【図2】

